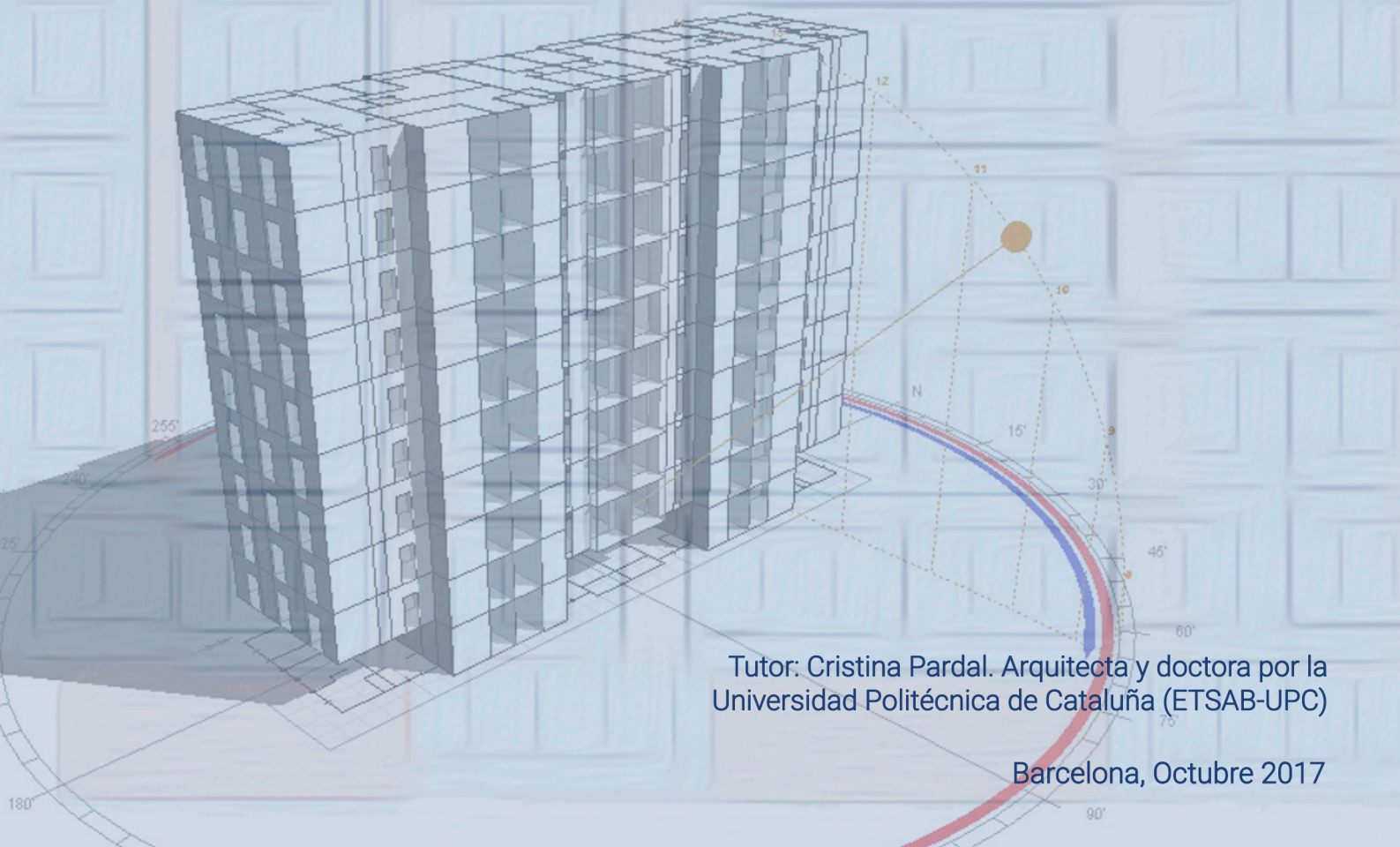


ESTRATEGIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN EL DISEÑO DE LA FACHADA PARA LOGRAR BLOQUES DE VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES A PARTIR DE LA APORTACIÓN SOLAR DENTRO DEL LÍMITE URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR

Alumna: Johanna K. Zarie López



Tutor: Cristina Pardal. Arquitecta y doctora por la
 Universidad Politécnica de Cataluña (ETSAB-UPC)

Barcelona, Octubre 2017

Universidad Politécnica de Cataluña

MBArch



Máster universitario en Estudios Avanzados en Arquitectura-Barcelona
Especialidad en Innovación Tecnológica en la Arquitectura 2016-2017

**ESTRATEGIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN EL DISEÑO
DE LA FACHADA PARA LOGRAR BLOQUES DE
VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES A PARTIR DE
LA APORTACIÓN SOLAR DENTRO DEL LÍMITE URBANO DE
LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR**

JOHANNA K. ZARIE LOPEZ

*Tesina presentada al Máster universitario en Estudios Avanzados en
Arquitectura-Barcelona de la Universidad Politécnica de Catalunya,
Barcelona, España.*

*Tutor: Cristina Pardaí. Arquitecta y doctora por la Universidad
Politécnica de Cataluña (ETSAB-UPC).*

1.	RESUMEN – ABSTRACT	07
2.	OBJETIVO	09
3.	METODOLOGIA	11
4.	ANÁLISIS DEL CLIMA	13
4.1.	Generalidades.	13
4.2.	Clima del País de Ecuador.....	14
4.2.1.	Niveles térmicos en función de las zonas climáticas de Ecuador.....	15
4.2.2.	Recorrido solar	17
4.3.	Clima de la ciudad de Cuenca.....	17
4.3.1.	Factores climáticos de la ciudad de Cuenca.....	17
4.3.2.	Elementos climáticos de la ciudad de Cuenca.....	17
4.3.2.1.	Temperatura.....	18
4.3.2.2.	Humedad.....	19
4.3.2.3.	Precipitaciones.....	19
4.3.2.4.	Viento.....	20
4.3.2.5.	Nubosidad.....	20
4.3.2.6.	Radiación solar.....	20
5.	CONTEXTUALIZACIÓN DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE CUENCA.....	23
5.1.	Generalidades.....	23
5.2.	Expansión histórica de la vivienda en la Ciudad de Cuenca	24
5.3.	Zonas Residenciales de la Ciudad de Cuenca.....	26
5.4.	Análisis de la Evolución de Tipos de Vivienda de la Ciudad de Cuenca	28
6.	ANÁLISIS DEL BLOQUE DE VIVIENDA Y DEFINICION DE TECNICAS DE DISEÑO SOLAR PASIVO	31
6.1.	Identificación de los bloques de vivienda en altura según sector de planeamiento dentro del límite urbano	33
6.1.1.	Identificación de las tipologías de vivienda agrupadas en bloques	31
6.2.	Consideraciones de diseño en base al clima	36
6.2.1.	Orientación en función al recorrido solar.....	36

6.2.2.	Confort Térmico.....	38
6.3.	Diseño Solar Pasivo.....	40
6.3.1.	Sistemas Pasivos para calefacción solar	40
7.	DEFINICIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE FACHADAS EN BLOQUES DE VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES.	49
7.1.	Generalidades.....	49
7.2.	Estrategias para la maximización de ganancias solares mediante la captación solar pasiva para el mejoramiento de diseño de fachadas: Bloque de vivienda.	49
7.2.1.	Agrupación de viviendas	51
7.2.2.	Maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva en fachadas.....	52
7.2.2.1.	Estrategias para Fachadas Este y Oeste	52
7.2.2.2.	Estrategias para Fachadas Norte y Sur	52
7.2.3.	Recomendaciones.....	53
7.3.	Estrategias para la maximización de ganancias solares mediante la captación solar pasiva para el mejoramiento de diseño de fachadas: por clasificación de vivienda	56
7.3.1.	Distribución de zonas, ventilación e iluminación natural.....	56
7.3.2.	Maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva por tipo de vivienda.....	58
7.3.2.1.	Estrategias para viviendas Multilaterales.....	58
7.3.2.2.	Estrategias para viviendas Bilaterales	60
7.3.2.3.	Estrategias para viviendas Unilaterales	62
7.3.3.	Recomendaciones	62
8.	APLICACIÓN Y COMPROBACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO.....	65
8.1.	Generalidades	65
8.1.	Descripción del prototipo.	67
8.2.	Validación del Confort Térmico del bloque de vivienda	70
9.	CONCLUSIONES.....	73
11.	BIBLIOGRAFIA	77
12.	AGRADECIMIENTOS.....	79
13.	ANEXOS	81

INDICE IMAGENES Y TABLAS



Todos las imágenes, tablas y planos que no están registrados con cita fuente han sido elaborados por la autora de este trabajo.

Imagen 01_ Situación geográfica de Ecuador	pag. 13	Imagen 10_ Comparación entre los Elementos climáticos de la Ciudad de Cuenca.	pag. 18
Imagen 02_ Regiones naturales que conforman la Republica del Ecuador. Fuente: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx	pag. 14	Imagen 11_ Dirección predominante del viento para las 9am y 3 pm.	pag. 20
Imagen 03_ Regiones naturales que conforman la República del Ecuador. Fuente: Fuente: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx	pag. 14	Imagen 12_ Nubosidad (óctas) promedio según meses.	pag. 20
Imagen 04_ Niveles térmicos en función de las zonas climáticas de Ecuador. Fuente: Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador, Vanessa Guillen Mena, pag 10.	pag. 15	Imagen 13_ Incidencia de la Radiación Solar media mensual expresados en kwh/m ² /día.	pag. 20
Imagen 05_ Recorrido Solar en el Ecuador.	pag. 16	Imagen 14_ Comparación del comportamiento entre Nubosidad y Radiación Solar.	pag. 21
Imagen 06_ Temperatura mensual mínima, máxima y promedio en C° de la ciudad de Cuenca.	pag. 18	Imagen 15_ Plano de la Ciudad de Cuenca - Sectores de Planeamiento, Limete Urbano Fuente: Municipalidad de Cuenca.	pag. 23
Imagen 07_ Oscilación Térmica en C° en la Ciudad de Cuenca.	pag. 18	Imagen 16_ Plano de la Ciudad de Cuenca, 1974. Fuente: Albornoz, Boris. Planos e imágenes de Cuenca. Editorial Monsalve Moreno, Cuenca, 2008.	pag. 25
Imagen 08_ Temperatura diaria promedio de los días de solsticio y equinoccios en C° de la Ciudad de Cuenca.	pag. 18	Imagen 17_ Plano de la ciudad de Cuenca, 1984. Fuente: Fuente: Albornoz, Boris. Planos e imágenes de Cuenca. Editorial Monsalve Moreno, Cuenca, 2008.	pag. 25
Imagen 09_ Humedad mensual mínima, máxima y promedio en % por meses en la Ciudad de Cuenca.	pag. 19		

<p>Imagen 18_ Expansión de las áreas residenciales de la ciudad de Cuenca desde 1960 hasta el 2006.</p> <p>Fuente: Mera, María, y Santa Cruz, María. Modelos de usos de suelo para la Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.</p>	pag. 25	<p>Imagen 25_ Clasificación de viviendas en relación al numero de fachadas exteriores.</p>	pag. 35
<p>Imagen 19_ Zonas residenciales de la ciudad de Cuenca.</p> <p>Fuente: Mera, María, y Santa Cruz, María. Modelos de usos de suelo para la Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.</p>	pag. 27	<p>Imagen 26_ Diagrama Psicométrico para la ciudad de Cuenca: Requerimientos de climatización según promedio de temperatura y humedad relativa máxima y mínima diaria.</p>	pag. 37
<p>Imagen 20_ Porcentaje del Número de Viviendas en el año 2010, según Tipo</p> <p>Fuente: VI Censo de Población y V Vivienda del INEC, 2001 y 2011.</p>	pag. 29	<p>Imagen 27_ Carta solar de Cuenca Trayectoria proyectada en planta y perspectivas.</p>	pag. 39
<p>Imagen 21_ Crecimiento de la vivienda periodo 2001-2011</p>	pag. 30	<p>Imagen 28_ Trayectoria Solar. Equinoccios y Solsticio de Verano e Invierno.</p>	pag. 39
<p>Imagen 22_ Plano de Sectores de Ciudad de Cuenca.</p>	pag. 31	<p>Imagen 29_ Efectividad de la radiación solar según la orientación cardinal.</p>	pag. 39
<p>Imagen 23_ Tipología de Bloques de Vivienda predominantes dentro del Límite urbano de la Ciudad de Cuenca</p>	pag. 32	<p>Imagen 30_ Rango de Confort Térmico.</p>	pag. 39
<p>Imagen 24_ Esquemas de diferentes plantas de edificios de vivienda habituales dentro del limete urbano de la Ciudad de Cuenca. Agrupación de viviendas en función a la circulación.</p>	pag. 34	<p>Imagen 31_ Sistemas Pasivos de Calentamiento.</p> <p>Fuente: https://www.certificacionenergeticasalamanca.com</p>	pag. 40
		<p>Imagen 32_ Sistema de Capatación Directa.</p>	pag. 41
		<p>Imagen 33_ Muro acumulador térmico no ventilado o Muro Trombe.</p>	pag. 44
		<p>Imagen 34_ Muro acumulador térmico ventilado o Muro Trombe.</p>	pag. 44
		<p>Imagen 35_ Invernadero o Galeria acristaladas adosadas.</p>	pag. 45

Imagen 36_ Bloque / Edificio de Vivienda. Tipología Líneal.	pag. 50	Unilaterales	
Imagen 37_ Emplazamiento del Bloque de Vivienda.	pag.50	Imagen 46_ Planta de distribución de viviendas	pag. 66
Imagen 38_ Agrupamiento de viviendas en función a la circulación.	pag. 51	Imagen 47_ Planta de distribución de zonas	pag.66
Imagen 39_ Agrupación de viviendas continuas con circulación central hacia fachada.	pag.51	Imagen 48_ Diseño de la fachada mediante estrategias de captación solar	pag. 68
Imagen 40_ Estrategias para la maximización de ganancias solares mediante la captación solar pasiva para el mejoramiento de diseño de fachadas: Bloque de vivienda.	pag. 54	Imagen 49_ Relación entre la temperatura exterior y los espacios internos del prototipo de bloque de vivienda - Solsticio 21 de Junio	pag.71
Imagen 41_ Zonificación y distribución de áreas para clasificación de viviendas	pag. 57	Imagen 50_ Relación entre la temperatura exterior y los espacios internos del prototipo de bloque de vivienda - Solsticio 21 de Diciembre	pag.71
Imagen 42_ Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas Multilateral	pag. 59	Imagen 51_ Planta del Prototipo de Bloque de Viviendas - Comportamiento Térmico - Equinoccio de Marzo	pag.72
Imagen 43_ Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas Bilaterales en esquina	pag. 60	Tablas:	
Imagen 44_ Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas Bilaterales enfrentadas	pag. 61	Tabla 01: Rangos de temperatura Fuente: Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador, pag 11.	pag. 16
Imagen 45_ Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas	pag. 63	Tabla 02: Zonas residenciales de la ciudad de Cuenca. Fuente: Mera, 2011.	pag. 26
		Tabla 03: Número de Viviendas en el año 2010, según Tipo Fuente: VI Censo de Población y Vivienda del INEC, 2001 y 2011	pag. 29
		Tabla 04: Área de muro trombe según área útil de habitación a calentar Fuente: Grupo de Apoyo al Sector Rural. Los Muros Trombe. Pontificia Universidad Católica de Perú. Perú, 2009	pag. 63

1. RESUMEN

Hoy en día, la arquitectura no se puede desvincular de la eficiencia energética, que es un factor inevitable desde los principios de diseño.

El Ecuador debido a su ubicación recibe una inmensa cantidad de energía directa del sol a lo largo del año y dispone de un elevado potencial para generación de energías renovables y limpias.

La ciudad de Cuenca recibe radiación solar de manera constante y casi sin variación de horas-día a lo largo del año. Por otro parte, la temperatura durante el día sufre una variación notable, lo cual provoca disfuncionalidades térmicas en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde, así también los esporádicos lapsos de sobrecalentamiento generados al medio día, los mismos que causan problemas de adaptación fisiológicas de los individuos. Esta problemática se encuentra principalmente en la envolvente de las edificaciones, ya que es por donde se dan las mayores pérdidas de calor, por ello es preciso mejorar los sistemas de diseño con el fin mejorar el confort térmico.

El foco de análisis se centrará en las edificaciones de vivienda en altura, dado que, dentro del límite urbano de la ciudad de Cuenca se observa un incremento de dicha vivienda en los últimos 10 años, lo cual conlleva a una mayor demanda del uso energético.

Este trabajo estudia los elementos y estrategias para la optimización en el diseño de la fachada para bloques de vivienda energéticamente eficientes a partir de la aportación solar, los efectos térmicos en el espacio interior del bloque de vivienda o edificio como consecuencia de las estrategias determinadas para el clima de la ciudad de Cuenca.

Palabras clave: *estrategias de diseño, fachadas, eficiencia energética, sistemas pasivos, confort térmico, bloques de vivienda, Ciudad de Cuenca-Ecuador*

2. OBJETIVO

Elaborar y analizar estrategias que puedan ser utilizadas para una optimización en el diseño de fachadas en edificios destinados a vivienda en altura a partir de la aportación solar con el propósito de lograr edificios energéticamente eficientes dentro del límite urbano de la ciudad de Cuenca, permitiendo además mejorar de forma significativa el confort térmico de viviendas.

3. METODOLOGIA

Primero se hace un estudio general sobre el clima en el Ecuador para después profundizar sobre las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca, abarcando los factores y elementos climáticos. Seguido se elabora un estudio de la contextualización de la vivienda dentro del límite urbano con el propósito de identificar las zonas residenciales y a la vez se elaborará un análisis de la evolución de los tipos de vivienda de la ciudad en los últimos 10 años basados en los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC; con este estudio se lograría identificar cual es la tendencia e incremento del tipo vivienda en la ciudad.

Luego se desarrollará un análisis por Sector de Planeamiento para determinar que subsectores presentan un crecimiento de vivienda en altura dentro del límite urbano, con este estudio se podrá identificar la tipología del bloque de vivienda habitual, su implantación, alturas máximas permitidas, la agrupación y distribución de viviendas y finalmente se elaborará una clasificación de las tipologías.

En base a estos análisis así como el estudio de los factores y elementos climáticos, se establecerán algunos criterios y consideraciones previas para las estrategias de diseño de fachadas de los bloques de vivienda mediante la aportación solar. Seguido se definirá la orientación en función al recorrido solar y el rango de confort térmico, para

concluir se elaborará un estudio de los sistemas de diseño solar pasivos para calefacción.

Finalmente, se establecerán las estrategias para la optimización del diseño de fachadas en bloques de viviendas energéticamente eficientes dividiendo en dos secciones:

- La primera sección se enfocará en el bloque de vivienda tipo para el cual se establecerán estrategias para la agrupación de viviendas y para maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva por fachada.
- Mientras que la segunda sección se dirigirá a las tipologías de vivienda para las cuales se asignarán estrategias de distribución de zonas, ventilación e iluminación natural, e igualmente que la anterior se establecerán estrategias para maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva por clasificación tipológica de vivienda.

Para concluir con este estudio se elaborará la comprobación de las estrategias de diseño en un prototipo bloque de vivienda. Para esto se hará uso del programa Ecotect, este software sirve para el análisis y diseño de construcción sostenible, el cual permite generar análisis energéticos y simulaciones para optimizar el rendimiento de las edificaciones y la validación del Confort Térmico de las viviendas.

4. ANÁLISIS DEL CLIMA

4.1. Generalidades.

“En general se puede llamar clima al conjunto de condiciones atmosféricas, limitadas a un área determinada y con una escala temporal suficientemente grande para que sea geográficamente representativa. En la definición de climatología, se ha introducido el concepto de conjunto, ya que el clima no depende de un único factor, sino de varios en común.”¹

De este modo los elementos climáticos son aquellas condiciones físicas que caracterizan cada uno de los estados de la atmosfera, y pueden variar en el tiempo y el espacio debido a una serie de factores como, el relieve, la latitud, la altitud. Por tanto, los elementos determinan el clima mientras que los factores lo modifican.

Por ello es importante el análisis de los elementos y los factores climáticos del lugar en donde se propondrán estrategias para la optimización en el diseño de fachadas, ya que permitirá obtener información de los recursos con los que se cuenta como también los obstáculos que se deberán superar para lograr el confort y la eficiencia energética en los edificios de vivienda en altura en la ciudad de Cuenca.

1. *Meteorología Aplicada a la Navegación*, F. Xavier Martínez de Osés, pág. 77.



4.2. Clima del País de Ecuador

“El territorio ecuatoriano se sitúa hacia el Noroeste de América del Sur entre los paralelos 1° 28' N. y 05° 02' S., y los meridianos 75° 11' W. y 81° 04' W., sin incluir el Archipiélago de Galápagos.”² (Ver Imagen 01). Al territorio continental lo atraviesa la cordillera de los Andes de Norte a Sur, dividiéndolo en tres regiones naturales que son: Región Litoral (Costa), Región Interandina (Sierra) y Región Oriental (Amazonía). Integra también al país la Región Insular (Galápagos). (Ver Imagen 03)

“Cada una de estas regiones constituyen una diversidad de climas, producto de la conjunción del carácter ecuatorial de la zona, que se ve influenciada por la presencia de la banda de bajas presiones que rodea la tierra cerca del ecuador, es la zona donde convergen los vientos alisios provenientes de ambos hemisferios (ZCIT). Su desplazamiento genera perturbaciones tropicales, nubosidad densa y precipitaciones de intensidad variable. En Ecuador este desplazamiento marca dos estaciones al año: una lluviosa y otra seca.”³

Al estar atravesado por la Línea Equinoccial, el Ecuador tiene poca variabilidad en la posición del sol durante todo el año, lo cual favorece la aplicación de la energía solar para producir

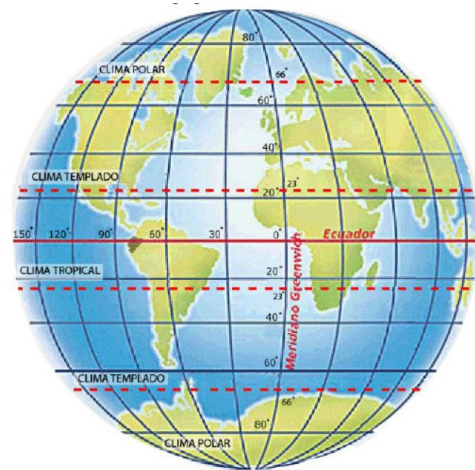


Imagen 02_ Coordenadas Geográficas de Ecuador.
Fuente: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx>



Imagen 03_ Regiones naturales que conforman la República del Ecuador.
Fuente: [Fuente: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx)

2. I. Instituto Geográfico Militar (Ed.), *Atlas de la República del Ecuador*, 2da ed., 2013.

3. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático y Comité Científico sobre Problemas del Medio ambiente, *Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales*, 2012.

electricidad y calor, ya que en promedio hay 12 horas de sol durante el día. La variación en el zenit (cuando el sol esta perpendicular a la Tierra, a las 12 del día) es de $\pm 23.5^\circ$, es decir que el Sol se desplaza 47° en el año entre el solsticio de verano (21 de junio) y el solsticio de invierno (21 de diciembre).

4.2.1. Niveles térmicos en función de las zonas climáticas de Ecuador.

“La presencia de los Andes como factor altitudinal, ha dado al territorio ecuatoriano una fisonomía muy variada. Desde el nivel del mar hasta las cumbres andinas existen varios pisos altitudinales con climas y formas de vida diferentes. Es por esto que, a pesar de estar situado en plena zona ecuatorial, el país no es completamente tropical, sino que presenta una amplia variedad de condiciones climáticas según la localización orográfica.”⁴

Las zonas climáticas brindan una aproximación del posible entorno natural y de acuerdo con la temperatura media anual registrado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía (INAMHI) “en el Ecuador existen doce zonas térmicas”⁵ las cuales se han agrupado en seis zonas climáticas, donde la ciudad de Cuenca está ubicada en la ZONA TERMICA 3. (Ver Imagen 04 y Tabla 01).

4. E. Patzelt, *Flora del Ecuador*, 2 ed., Banco Central del Ecuador, 1996.
5. *Mapa de Temperatura Multianual*, (2010), INAMHI. Recuperado: www.serviciometeorologico.gob.ec

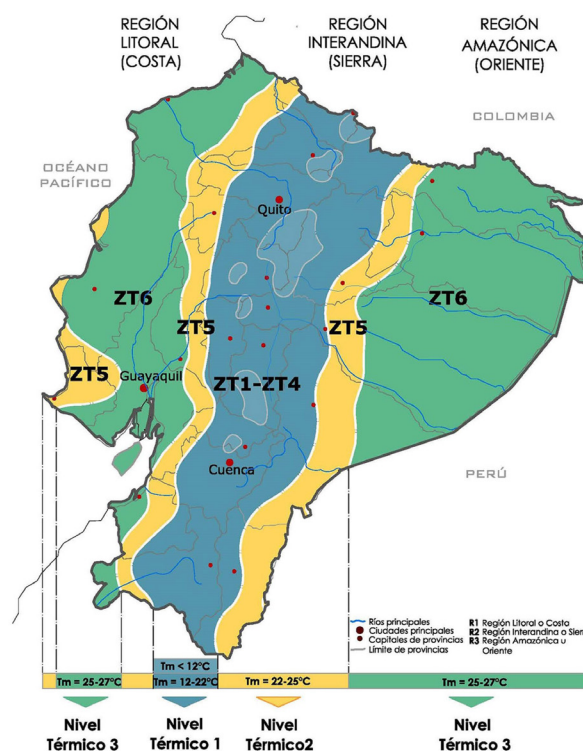


Imagen 04_ Niveles térmicos en función de las zonas climáticas de Ecuador

Fuente: Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador, Vanessa Guillen Mena, pag 10.

Tabla 01: Rangos de temperatura

Rangos de temperatura media anual	Zona climática
6 - 10 °C	ZT1
10 - 14 °C	ZT2
14 - 18 °C	ZT3
18 - 22 °C	ZT4
22 - 25 °C	ZT5
25 - 27 °C	ZT6

Fuente: Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador, pag 11.

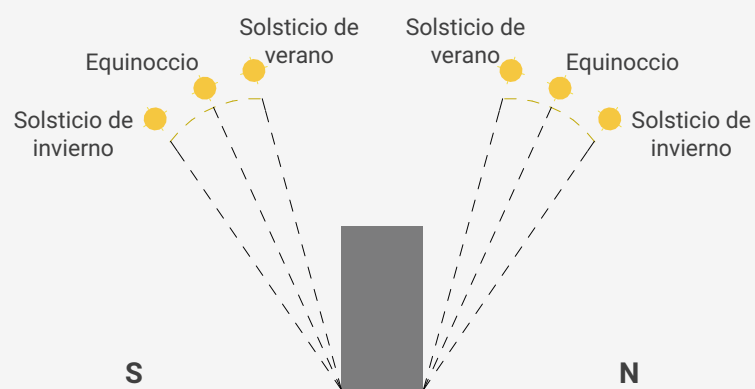
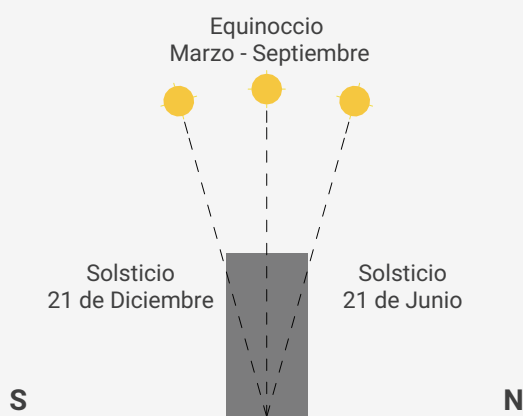
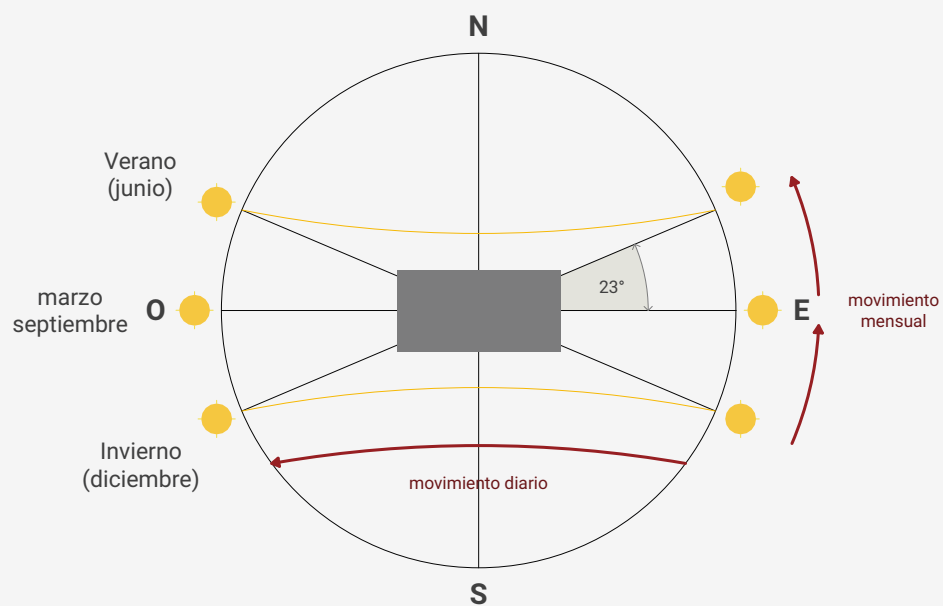


Imagen 05_ Recorrido Solar en el Ecuador

Sin embargo, el clima puede variar localmente dependiendo de algunos factores como: la altitud relativa del terreno, pendiente de la zona y vientos formados por vegetación o edificios aledaños, emplazamiento dentro de la ciudad y proximidad a masas de agua; los cuales generan microclimas.

4.2.2. Recorrido solar

El recorrido solar forma los equinoccios y los solsticios que interfieren en el diseño arquitectónico al momento buscar la orientación de las edificaciones.

Por lo tanto “a través del conocimiento de la trayectoria de los rayos solares, tanto en su componente térmica como lumínica, se logra dar la óptima orientación al edificio, la mejor ubicación de los espacios interiores de acuerdo a su uso y podremos diseñar adecuadamente las aberturas y los depósitos de control solar, logrando efectos directos de calentamiento, enfriamiento e iluminación, traducibles en términos de confort humano.”⁶

En el Ecuador si el sol está más bajo es invierno y si está más alto es verano. (Ver Imagen 05)

4.3. Clima de la ciudad de Cuenca

⁶ Fuetes, V. (2013) *Arquitectura bioclimática*, pág. 44

4.3.1. Factores climáticos de la ciudad de Cuenca

“La ciudad de Cuenca está ubicada sobre una gran planicie en la cordillera de los Andes. Se encuentra en la provincia del Azuay y tiene una latitud de 2°53'12" Sur y una longitud de 79°09'”⁷; está situada sobre el nivel del mar entre los 2350 y 2550m de altura.

Al estar ubicada en la Región Interandina (Sierra) y al encontrarse alejada del mar no tiene influencia directa del factor de continentalidad; pero está atravesado por cuatro ríos cuya influencia no tiene mayor incidencia en el clima general de Cuenca mas solo a las zonas cercanas a estas.

4.3.2. Elementos climáticos de la ciudad de Cuenca

Según la clasificación climática de Köppen, la ciudad de Cuenca tiene un clima entre Mesotérmico húmedo (Cf) y Templado periódicamente seco.

Para el análisis de los elementos climáticos como temperatura, humedad, precipitaciones, viento y nubosidad se ha tomado como referencia los datos registrados la Estación Meteorológica del Centro de Estudios Ambientales, con el propósito de elaborar las gráficas correspondientes para facilitar el entendimiento del comportamiento de cada uno de ellos.

⁷ Portal Web, www.cuenca.com.ec/cuencanew/node/3,2017

4.3.2.1. Temperatura

Se puede apreciar que no existen variaciones drásticas a lo largo del año, donde el rango de temperatura promedio de la ciudad varía entre 14 y 16°C incrementándose hacia la zona Este en donde pueden llegar hasta los 18°C. (Ver Imagen 06)

Sin embargo, se identifica que ocurre un cambio de manera importante en las tres primeras horas de la mañana y las primeras de la tarde, registrándose así temperaturas de hasta 6°C, mientras que al medio día llegan hasta 22°C en promedio, lo cual influye en el confort térmico de las personas y en el comportamiento de las edificaciones. (Ver Imagen 08)

Los meses de mayores temperaturas se dividen en dos grupos, en el periodo de Enero a Mayo donde la oscilación térmica varía entre 7 a 10°C y el periodo comprendido entre Octubre a Diciembre presenta entre 11.2 a 21.1°C, mientras que los meses de menores temperaturas siendo periodo de Junio a Septiembre esta entre los 8.1 a 13°C.

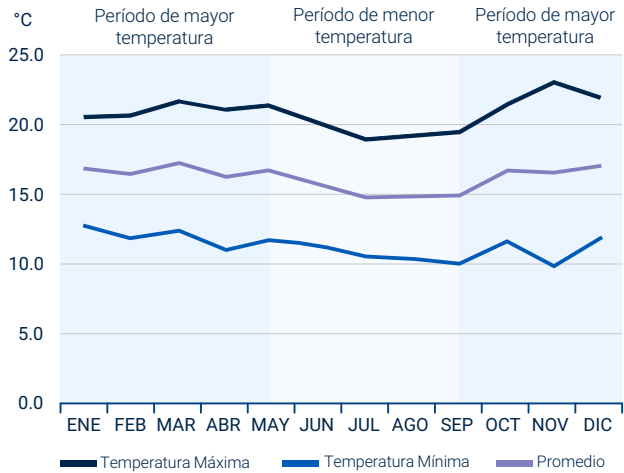


Imagen 06_ Temperatura mensual mínima, máxima y promedio en C°

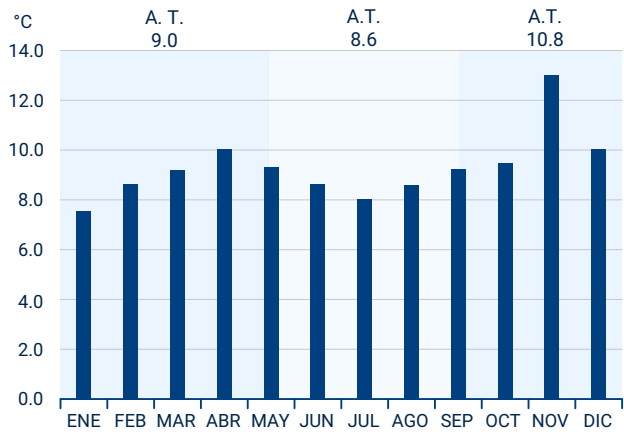


Imagen 07_ Oscilación Térmica en C°

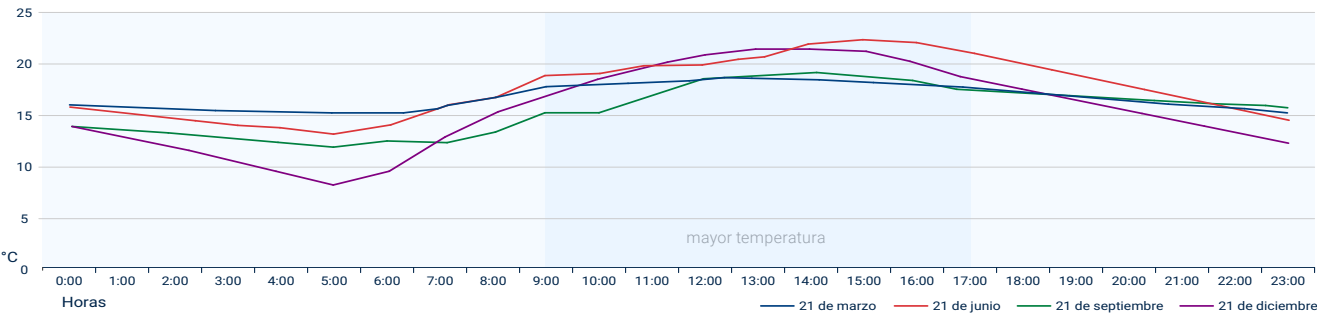


Imagen 08_ Temperatura diaria promedio de los días de solsticio y equinoccios en C°

De esta manera se observa que en promedio la amplitud térmica para los meses de mayores temperaturas es de 9.9°C y para los meses fríos de 8.6°C. (Ver imagen 07)

4.3.2.2.Humedad

Se puede observar que los máximos porcentajes de humedad se dan en los primeros meses del año comprendidos entre Febrero a Mayo, mientras que los mínimos se registran entre los últimos meses. Por otra parte, la variación de humedad entre los máximos y mínimos es de entre 39% y 45%. (Ver Imagen 09)

Al efectuar una comparación con el comportamiento de la temperatura, se puede constatar que mientras la temperatura asciende la humedad relativa muestra descensos, sin embargo, sus variaciones no son muy significativas. (Ver imagen 10)

4.3.2.1. Precipitaciones

Las mayores precipitaciones se dan en dos periodos comprendidos entre los meses de Febrero a Mayo y entre Octubre a Diciembre donde los promedios de estos son de 98.4mm/m² y 84mm/m² respectivamente, a partir del periodo entre Mayo a Octubre con un promedio de 34.9 mm/m² y el mes de Enero a un promedio de 54.8mm/m². (Ver imagen10)

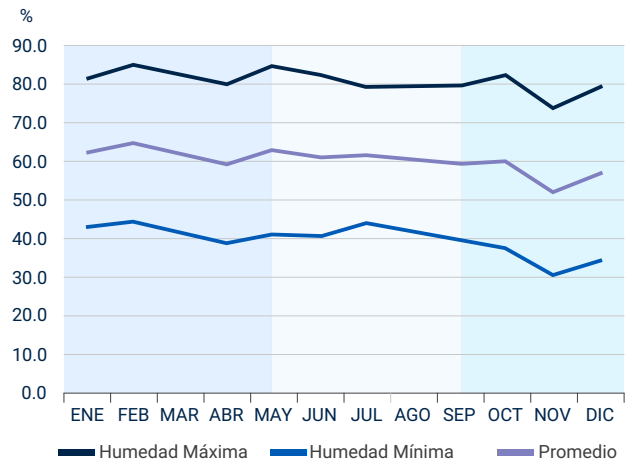


Imagen 09_ Humedad mensual mínima, máxima y promedio en % por meses

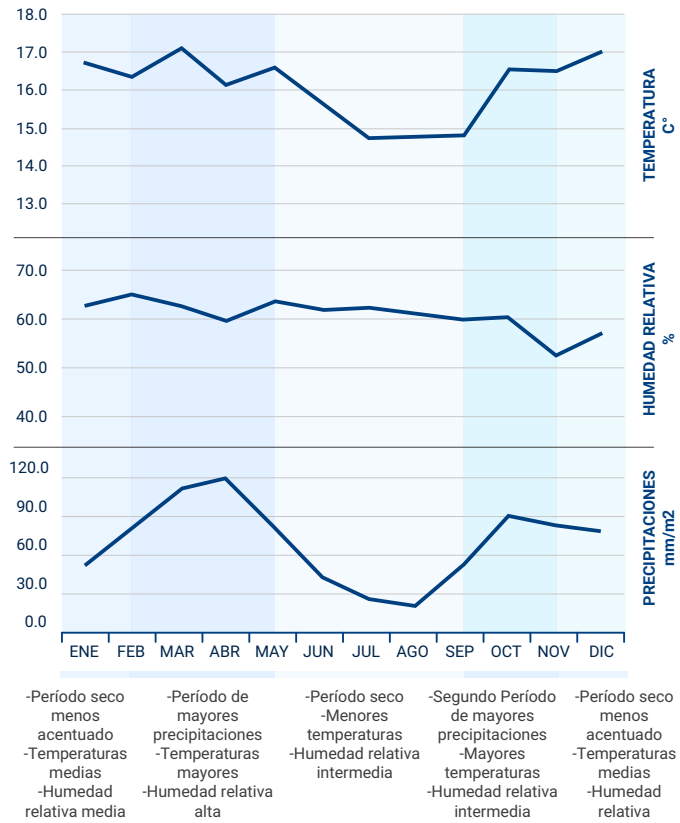


Imagen 10_ Comparación entre los Elementos climáticos de la Ciudad de Cuenca

4.3.2.4.Viento

Los vientos predominantes en la ciudad de Cuenca están principalmente dirigidos de Sur a Norte y de Sureste hacia el Noroeste, existen vientos secundarios que van de Este a Oeste y viceversa. (Ver Imagen 11)

4.3.2.5.Nubosidad

Los mayores valores de nubosidad se dan desde el mes de Febrero hasta Mayo con un valor de 7/8, mientras que para el resto de meses se mantiene constante con un valor igual a 6/8. De esta manera se concluye que la mayor parte del tiempo el cielo se encuentra medio nublado, mientras que por un período de cuatro meses permanece nublado casi en su totalidad. (Ver Imagen 12)

4.3.2.6.Radiación solar

Para el análisis de la Radiación Solar incidente en la ciudad de Cuenca se ha tomado como referencia la base de datos del centro de meteorología y energía solar de la NASA, y los del Centro de Meteorología de la Universidad de Massachusetts Lowell, estos representan la media mensual y anual obtenidos durante un periodo 22 años y 25 años respectivamente.

Teniendo como referencia estas fuentes se procesó los datos de los dos centros con el fin de conseguir un promedio de la radiación incidente. De esta manera se obtuvo que en el mes de marzo

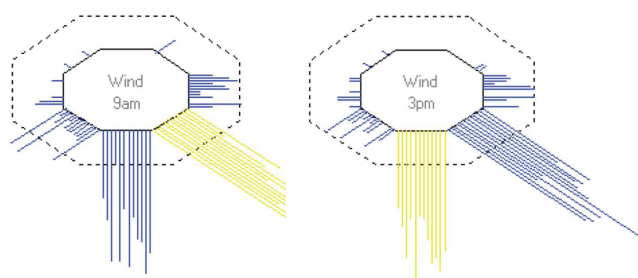


Imagen 11_ Dirección predominante del viento para las 9am y 3 pm.



Imagen 12_ Nubosidad (óctas) promedio según meses

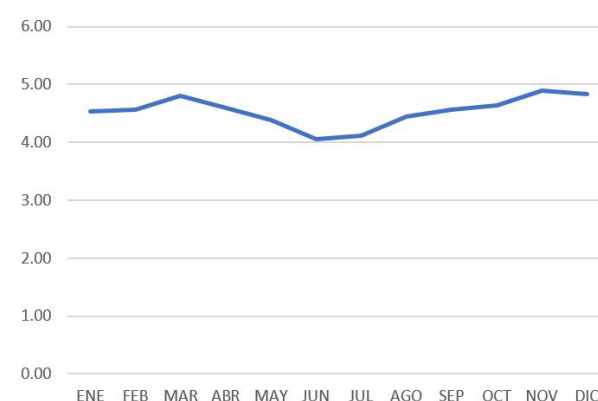


Imagen 13_ Incidencia de la Radiación Solar media mensual expresados en kwh/m2/día

y noviembre se registran las incidencias más altas, mientras que en el mes de julio se encuentra por debajo de la media anual, correspondiendo a 4.54kwh/m²/día (Ver Imagen 13). Por lo tanto, se observa que la ciudad de Cuenca recibe radiación solar de manera constante y casi sin variación de horas-día a lo largo del año.

Realizando una comparación con el comportamiento de la nubosidad y la radiación solar se puede apreciar que los valores intermedios de radiación comprendidos entre meses de Febrero a Mayo coinciden con las meses de mayor nubosidad. A pesar de que durante el resto del año se presente una nubosidad constante de 6/8 la radiación solar en los meses de Junio y Julio presenta menores valores a diferencia de los meses de Noviembre y Diciembre que son los más altos, coincidiendo a la vez con las etapas de menores y mayores temperaturas respectivamente.

De esta manera se observa que la nubosidad no afecta la radiación solar ya que, si bien en los meses más nublados la radiación presenta un promedio alto y en los meses menos nublados la radiación está por debajo de la media, por tanto esto indica que no existe influencia alguna.

Por esta razón se puede decir que se dispone de un alto potencial para la utilización de diferentes estrategias para aprovechar la energía solar mediante sistemas pasivos o activos en el diseño arquitectónico.

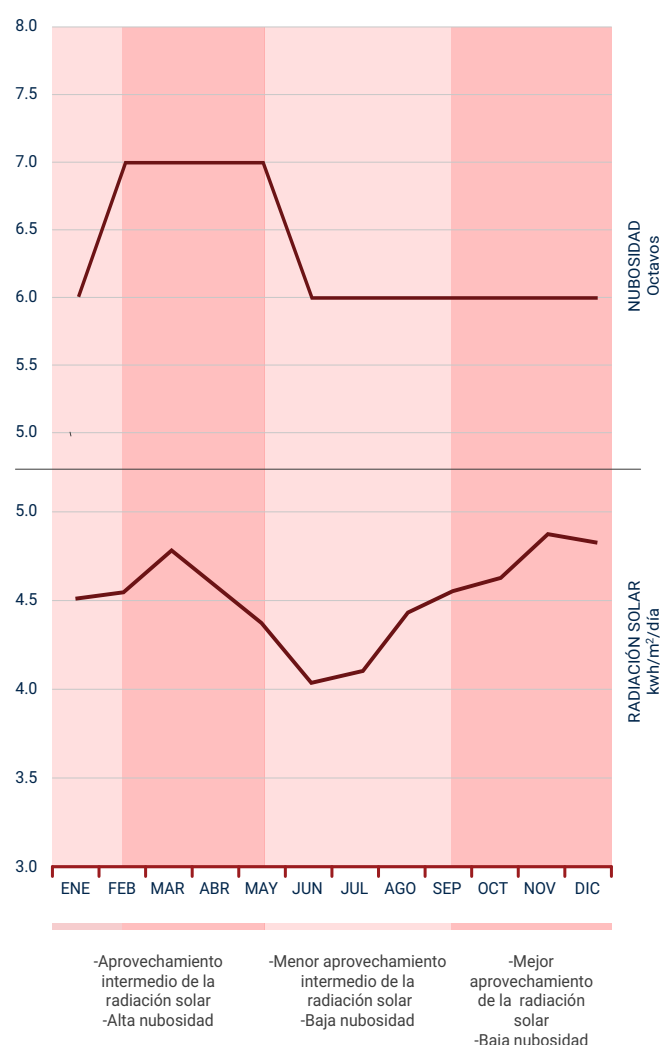


Imagen 14_ Comparación del comportamiento entre Nubosidad y Radiación Solar.



Fotografía Aerea del Area Urbana de La Ciudad de Cuenca
Fuente: <http://megaconstrucciones.net/images/urbanismo/foto9/cuenca-ecuador-31.jpg>

5. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE CUENCA

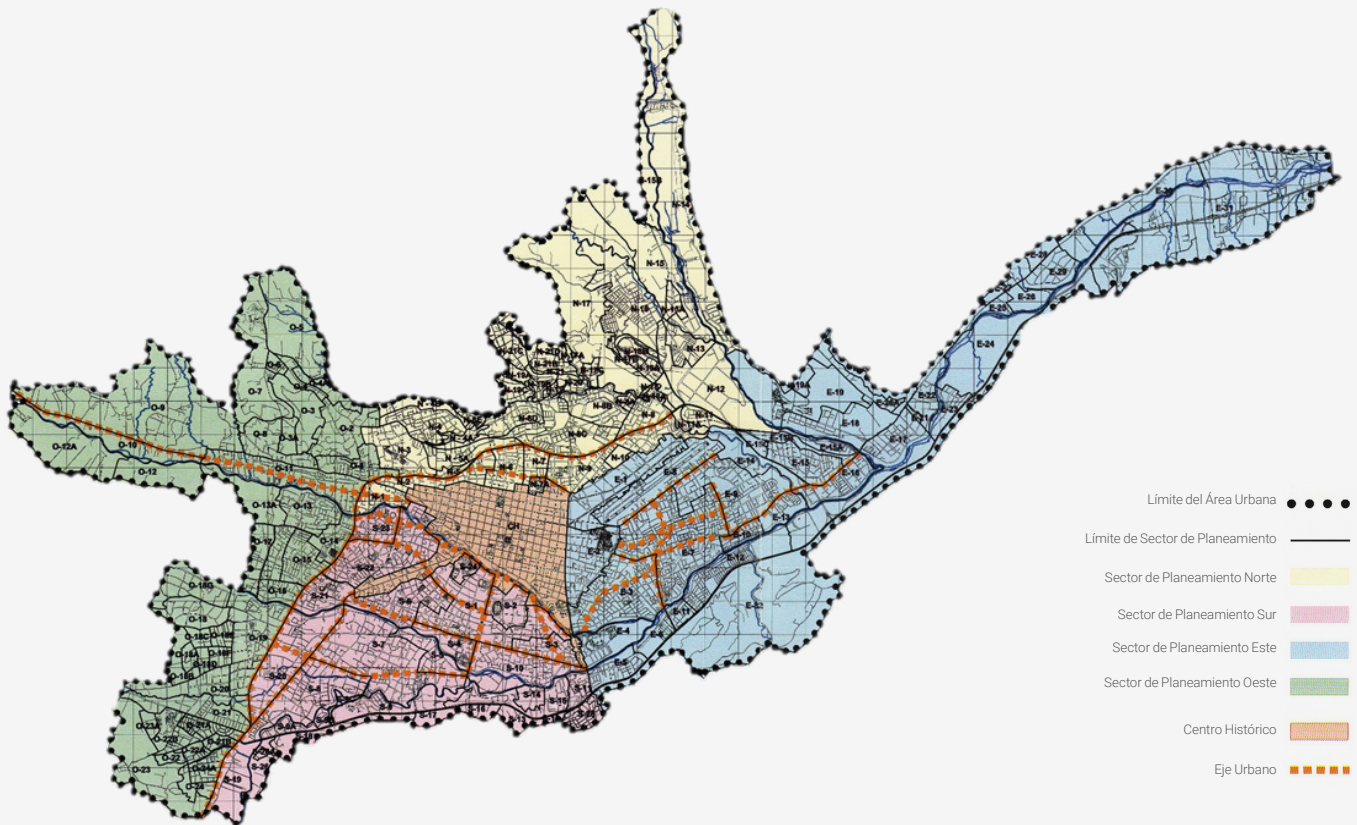


Imagen 15_ Plano de la Ciudad de Cuenca - Sectores de Planeamiento, Limete Urbano
Fuente: Municipalidad de Cuenca

5.1. Generalidades.

Los asentamientos residenciales en la ciudad de Cuenca se han ido conformando a la par de intervenciones urbanísticas realizadas con la intención de planificar un crecimiento de la ciudad, o por sucesos que han transcurrido a lo largo del tiempo.

En la actualidad, la urbe cuenta con un modelo de asentamiento en lo que corresponde a los

usos de suelo que subyace tras la "Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano" emitida por el Municipio de Cuenca en 1998 y reformada en el 2003.

Este modelo ha permitido a la población facilidades de servicios, comunicación y un entorno apto para el desenvolvimiento de las actividades cotidianas. (Ver imagen 15)

5.2. Expansión histórica de la vivienda en la Ciudad de Cuenca

La ciudad de Cuenca ha evolucionado constantemente, desde los vestigios de los primeros asentamientos, la época cañarí, la incásica, la colonial, la republicana, hasta llegar a la urbe que se nos ha heredado, con los matices e influencias que han dejado su huella dentro de la formación de la ciudad, que como testigo del paso del tiempo, generaciones y culturas aloja de forma cálida cada nuevo grupo de habitantes que se asientan en este valle.

La expansión y consolidación de la ciudad de Cuenca ha venido siendo el resultado de cuatro periodos los cuales han sido producidos a grandes saltos, considerando con una fuerte influencia para la expansión de la ciudad la de la década de 1950, el anteproyecto del Plan Regulador para la ciudad de Cuenca (1947), posteriormente se realizó el Plan de Desarrollo Urbano del área metro-politana de Cuenca (1982), el mismo que mantuvo las directrices de planificación hasta la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca (1998), para ese entonces el perímetro urbano de la ciudad llegaba a las 6336 ha aproximadamente; en el año 2006, el área urbana era de 7227 ha, aumentando hoy en día cada vez más su extensión debido a los procesos de crecimiento urbano que experimenta la ciudad.

PERIODO DE 1950 A 1980:

La ciudad crece hacia el noroeste con una zona industrial y hacia el sur una zona residencial. Posteriormente la ciudad comienza a formar parte del proceso de industrialización trayendo consigo fuertes corrientes migratoria, ocasionando el impulso del proceso de urbanización disperso y demanda de vivienda. (Ver Imagen 16)

PERIODO DE 1980 A 1990:

El Ecuador se encuentra sumido en una profunda crisis económica, en Cuenca se mantiene el proceso de urbanización dando desde la década del 70, por lo que la crisis hace que la gente de las zonas aledañas busquen en la ciudad una oportunidad para encontrar empleo y una mejor calidad de vida.

La ciudad se expande hacia el Este y el Oeste ocupando territorios que apenas estaban en proceso de consolidación. (Ver Imagen 17)

PERIODO DE 1990 AL 2000:

Presenta un crecimiento poblacional que supera la tasa de crecimiento urbana nacional, el desarrollo económico debido a los sectores automotor, energético, turístico, industrial y constructor ocasiona que este último experimente un gran desarrollo debido a las remesas enviadas por los migrantes que invirtieron su dinero

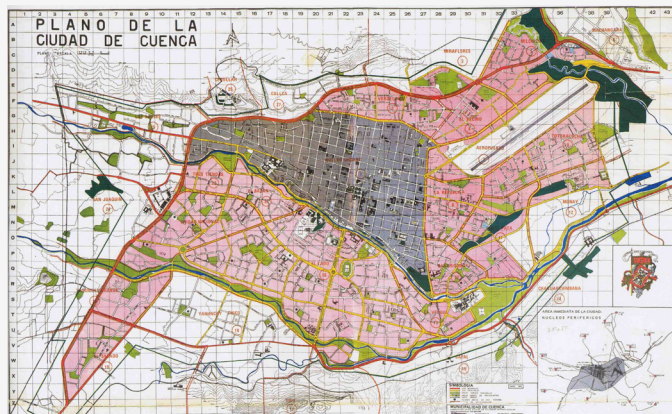


Imagen 16_ Plano de la Ciudad de Cuenca, 1974.

Fuente: Albornoz, Boris. Planos e imágenes de Cuenca. Editorial Monsalve Moreno, Cuenca, 2008.

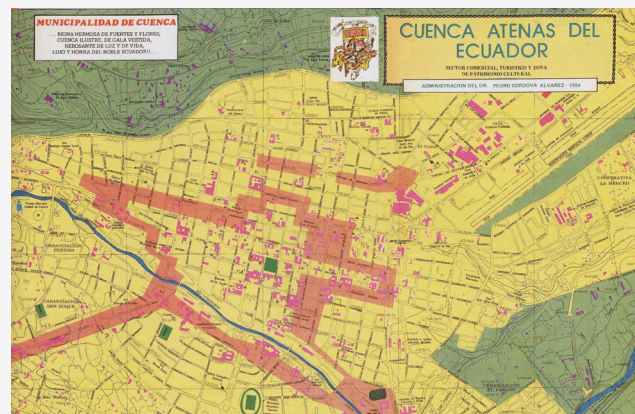


Imagen 17_ Plano de la ciudad de Cuenca, 1984.

Fuente: Albornoz, Boris. Planos e imágenes de Cuenca. Editorial Monsalve Moreno, Cuenca, 2008.

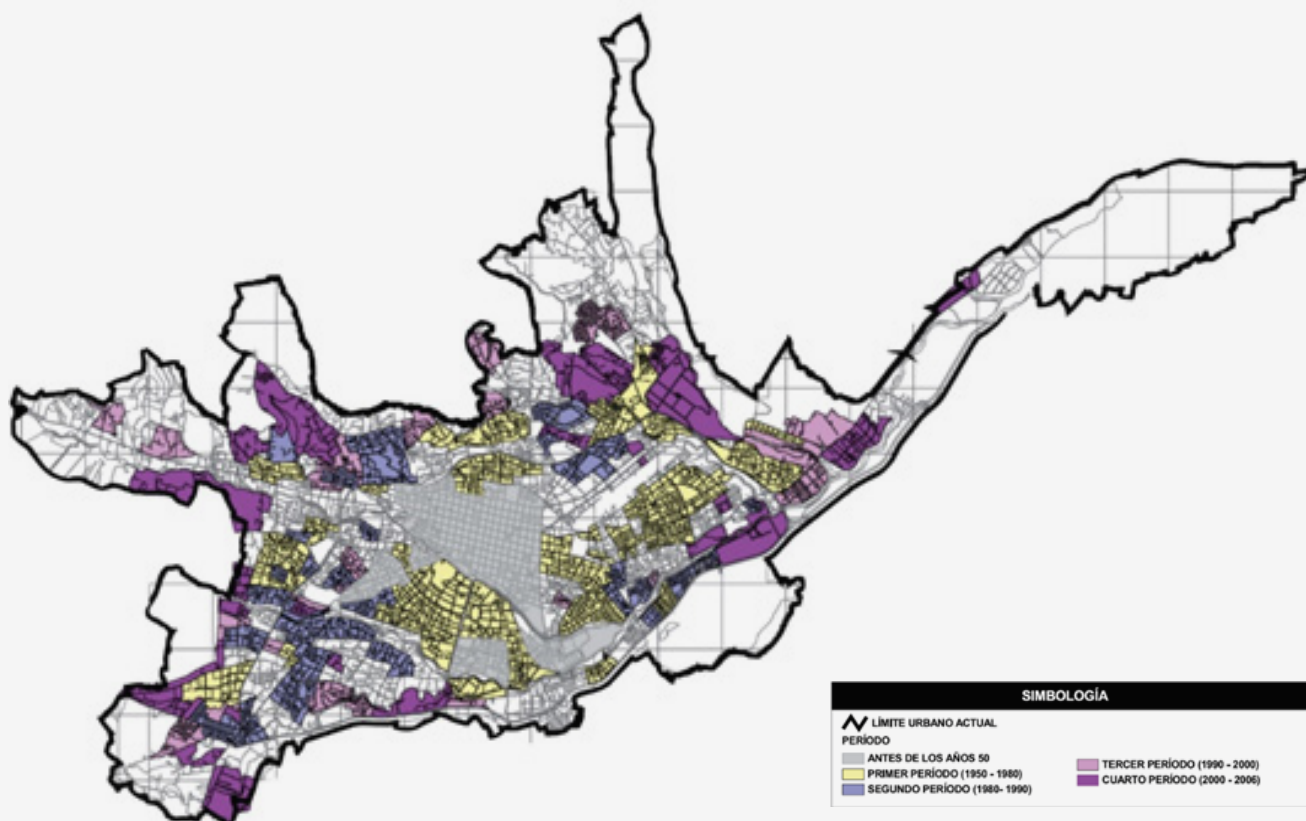


Imagen 18_ Expansión de las áreas residenciales de la ciudad de Cuenca desde 1960 hasta el 2006.

Fuente: Mera, María, y Santa Cruz, María. Modelos de usos de suelo para la Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.

en la adquisición de edificaciones ubicadas en la periferia de la ciudad y en las cabeceras parroquiales rurales cercanas. Así la ciudad continua con la tendencia de apoderarse de las zonas rurales, observada en la década del 80, con corredores de crecimiento definidos por las vías principales de la urbe.

PERIODO DEL 2000 AL 2011:

Sufre un incremento desmesurado en sus límites, con tendencia al crecimiento disperso de la urbe, tal es la dinámica de ocupación del suelo que las cabeceras parroquiales rurales que alojan el uso vivienda sin contar con una planificación, infraestructura, ni servicios básicos necesarios para el correcto desarrollo de este uso.

Actualmente la densidad poblacional de la ciudad se ha visto influencia por el crecimiento en altura de la ciudad. (Ver Imagen 18)

5.3. Zonas Residenciales de la Ciudad de Cuenca

La ciudad de Cuenca ha duplicado su tamaño en los últimos 50 años, esta expansión ha generado sectores urbanos con densidades bajas debido al crecimiento disperso de la ciudad originado entre otras causas por la especulación en los precios de los terrenos, que conlleva al crecimiento desordenado y disperso de la ciudad.

Tabla 02: Zonas residenciales de la ciudad de Cuenca.

Zona	Sector.	Superficie (Ha.)	Densidad Bruta (Hab/Ha.)	Implantación de vivienda predominante
1	Río Amarillo y Río San Miguel	82.9	20.47	Aislada
2	Pencas y El Tejar	62.59	61.24	Aislada
3	Ordoñez Lazo	94.37	51.41	Continua con Retiro
4	Puertas de Sol y Cazhapata	33.36	66.13	Continua con Retiro
5	Coliseo, Crea y Cdra. Los Cantones	178.13	81.16	Continua sin Retiro
6	Feria Libre, Medio Ejido y Cdra Juan Pablo II	151.22	57.43	Continua sin Retiro
7	Salado, Narancay, colegio Borja y El Arenal	199.04	37.83	Continua con Retiro
8	Av. Don Bosco, La Isla y Tres Puentes	212.79	46.52	Continua sin Retiro
9	La Gloria, La Fatima, Yanuncay, la Primavera y Calderón de la Barca	133.53	60.19	Continua con Retiro
10	Universidad del Azuay	28.81	46.93	Continua con Retiro
11	Gapal	21.47	64.37	Continua con Retiro
12	República, Perezpata, Cdra Alvarez, Mercado 12 de Abril	132.79	101.79	Continua sin Retiro
13	Paraíso, Empresa Eléctrica	107.63	90.53	Continua sin Retiro
14	Urbanización casa para todo.	6.72	119.4	Continua sin Retiro
15	Urbanización Villa Nueva y La Prensa	19.91	115.97	Continua sin Retiro
16	Monay	21.13	165.31	Continua sin Retiro
117	Totoracocha	206.3	106.66	Continua con Retiro
18	Urbanización Río Sol, Cdra de los Ingenieros, Machángara	99.69	34.53	Continua con Retiro
19	Quinta Chica, y la Cdra Kennedy	99.47	57.85	Continua sin Retiro
20	Capulispamba	39.3	17.58	Continua con Retiro
21	Trigales, Uncovia, Las Orquídeas	102.62	77.08	Continua con Retiro
22	Miraflores	192.18	76.45	Continua con Retiro
23	Vecino, Barrial Blanco, Cdra Calderón	167.74	99.67	Continua sin Retiro
24	El Cebollar, Mutualista Azuay.	156.43	55.81	Continua con Retiro
25	El Ejido	343.75	600	Continua con Retiro

Fuente: Mera, María, y Santa Cruz, María. Modelos de usos de suelo para la Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.

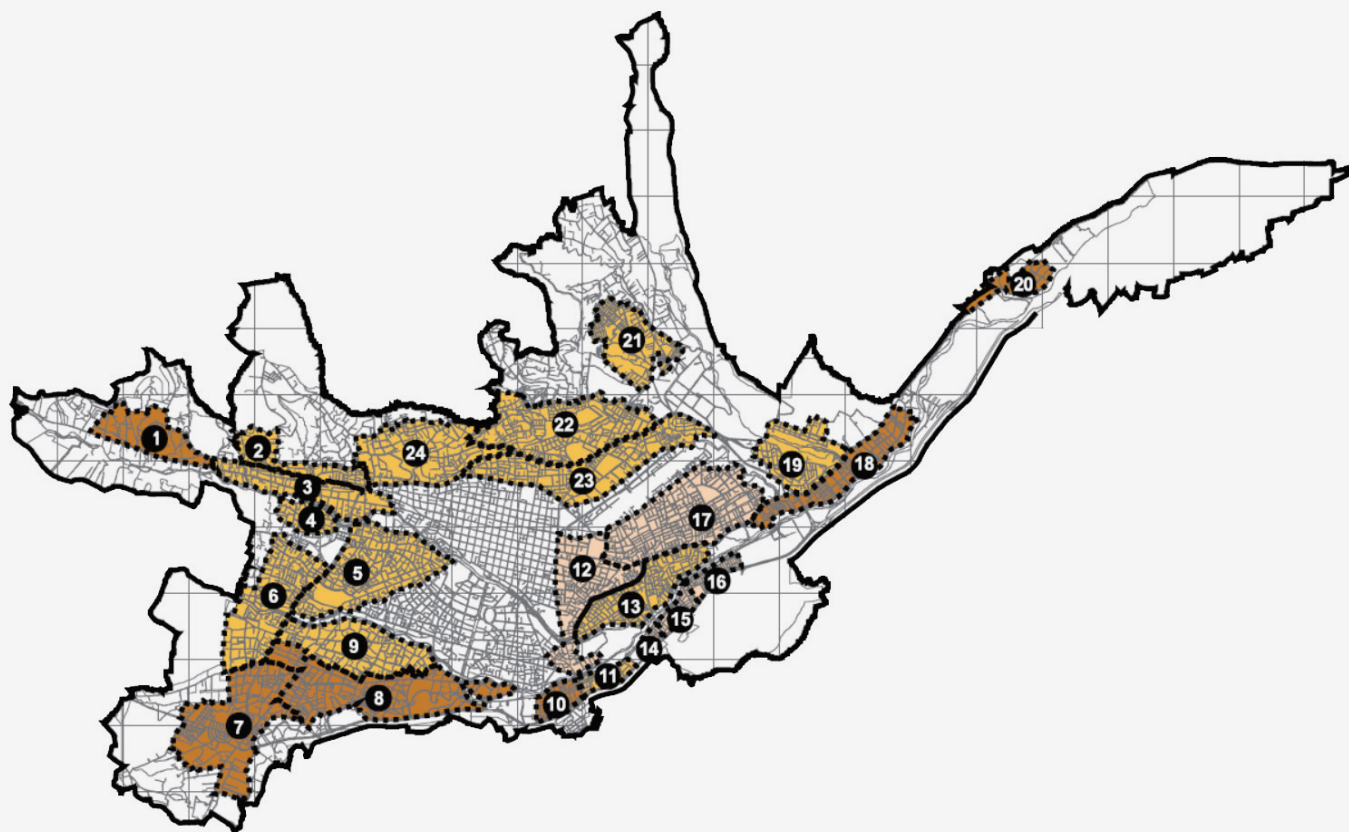


Imagen 19_ Zonas residenciales de la ciudad de Cuenca.

Fuente: Mera, María, y Santa Cruz, María. Modelos de usos de suelo para la Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.

Las zonas residenciales son aquellas donde el uso de vivienda es predominante y se complementa con distintos usos que colaboran a que el uso vivienda funcione de una manera correcta, por lo que para elegir y determinar zonas residenciales de la ciudad de Cuenca, se seleccionan zonas donde el uso vivienda este presente y son homogenizadas por criterios como las características socioeconómicas y la edad de los asentamientos. Dicho proceso ha sido realizado

en la tesis de grado: "Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca"⁸, donde se logra identificar 25 zonas predominantemente residenciales. (Ver Imagen 19 y Tabla 02)

En esta clasificación se excluye la zona del centro histórico que a pesar de que en este sector

⁸ Mera, María, y Santa Cruz, María. Modelos de usos de suelo para la Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca. Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.

aun exista el uso de suelo residencial, recepta mayoritariamente otros usos como el comercio, los servicios, la gestión y administración, de igual manera se excluye aquellos sectores en donde se emplacen equipamientos urbanos mayores que modifican el uso y ocupación del suelo, dichos equipamientos son: Terminal Terrestre, Aeropuerto, Mercado El Arenal.

De acuerdo a la división de estas zonas residenciales, en la ciudad de Cuenca se da dos tipos principales de implantación que son la continúa sin retiro frontal y la continúa con retiro frontal.

Las zonas residenciales 1,7,8,10,18 y 20 (Ver Tabla 02) muestran densidades bajas donde la tipología de vivienda predominante es el tipo “casa o villa” con alturas máximas a 3 niveles.

Con una densidad alta se observa las zonas residenciales 12,14,15,16 y 17 (Ver Tabla 02) donde la tipología predominante es el tipo “casa o villa” y con una presencia del tipo “departamento” con alturas no mayores a 5 niveles. Cabe resaltar que esta alta densidad se debe a que las zonas 16 y 14 son lugares donde se han planificado proyectos de interés social los cuales disponen de lotes mínimos entre 75 a 90m².

Las zonas restantes presentan una densificación media, es importante mencionar que tanto las zonas 3,4,5,25 (Ver Tabla 02) se observa

últimamente un crecimiento altura, con mayor influencia en la zona 3 donde las edificaciones superan los 12 niveles con implantación aislada.

5.4. Análisis de la Evolución de Tipos de Vivienda de la Ciudad de Cuenca.

Para conocer la evolución del comportamiento de los tipos de vivienda en la Ciudad de Cuenca, ha sido necesario tomar los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC, en los años 2001 y 2010.

Es preciso conocer los conceptos sobre los tipos de vivienda adoptados por esta entidad, la clasificación se realiza de acuerdo a las características formales y funcionales. Así:

“Casa o villa. Es toda construcción permanente hecha con materiales resistentes, tales como: hormigón, piedra, ladrillo, adobe, caña o madera. Generalmente tiene abastecimiento de agua y servicio higiénico.

“Departamento. Es un conjunto de cuartos que conforman parte de un edificio de uno o más pisos, se caracteriza por ser independiente y generalmente, tiene abastecimiento de agua y servicio higiénico de uso exclusivo.

Mediagua. Es una construcción de un solo piso, con paredes de ladrillo, adobe, bloque o madera, con techo de paja, asbesto o zinc. Tiene una sola caída de agua y no más de dos cuartos.

Rancho: Es una construcción rústica, cubierta con palma,

paja, zinc o cualquier otro material similar, con paredes de caña o bahareque y con piso de caña, madera o tierra. En esta categoría no entran los ranchos de las quintas ni fincas que generalmente tienen personas de ingresos altos.

Covacha. Es aquella construcción en la que se utilizan materiales rústicos tales como: ramas, cartones, restos de asbesto, etc. Con pisos de madera o tierra. Generalmente no poseen los servicios básicos dentro de la vivienda; y,

Choza. Es aquella construcción que tiene paredes de adobe o paja, piso de tierra y techo de paja.

Otro: Son viviendas improvisadas o lugares no contruidos para tales fines como: garajes, furgones, carpas, casetas, container, cuevas y otros.”⁹

Concretando el análisis resulta que tanto para el 2001 como 2011 según los datos del INEC, resulta el tipo de vivienda “Casa o Villa” el que predomina, se podría decir que esto puede considerarse un aspecto positivo, pues la demanda cuantitativa y cualitativa de este bien es atendida por un tipo de vivienda que ofrece adecuadas condiciones de accesibilidad a los servicios básicos, aunque por confort y habitabilidad podría ser un tema discutible. (Imagen 20 y Tabla 03)

Asi mismo, se concluye que existe un incremento en el tipo “Departamento”, lo cual indica que existe un aumento en el número de familias que habitan en lugares con mayor densidad poblacional, indicando así la tendencia de algunos sectores de la ciudad en donde se va incrementando

9. Manual del Encuestador, sección “Tipo de Vivienda” otorgada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC.

Tabla 03: Número de Viviendas en el año 2010, según Tipo

Tipo de Vivienda	Cantidad 2001	Cantidad 2011
Casa o Villa	53935	72284
Departamento	10461	21266
Cuarto	8985	8050
Mediagua	4263	2944
Rancho	147	85
Covacha	404	392
Choza	141	120
Otra Particular	140	422
TOTAL	78476	105563

Fuente: VI Censo de Población y V Vivienda del INEC, 2001 y 2011.

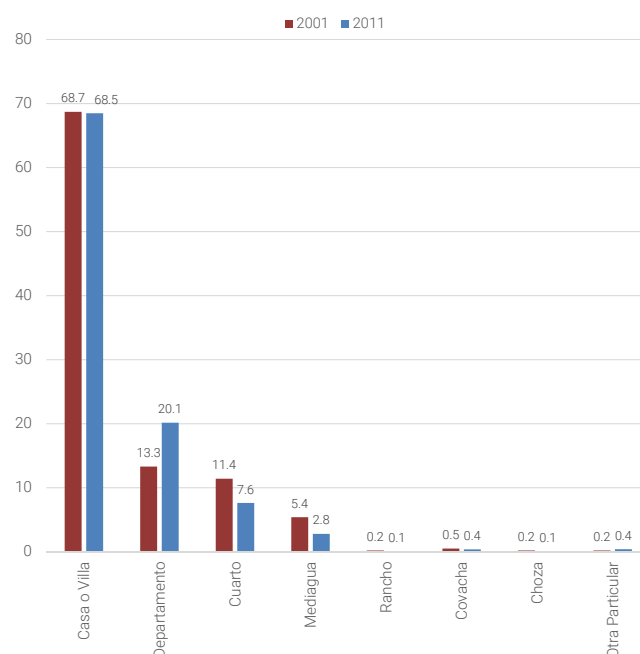


Imagen 20_ Porcentaje del Número de Viviendas en el año 2010, según Tipo

Fuente: VI Censo de Población y V Vivienda del INEC, 2001 y 2011.

el número de multifamiliares existentes. (Ver Imagen 20)

También se observa que durante el periodo 2001-2011 (Ver Imagen 21) ha existido un incremento tanto en el tipo de vivienda “casa o villa” como en el tipo “departamento” con la diferencia que en este último ha sido en una mayor proporción. Por lo tanto, para el año 2020 el tipo de vivienda “departamento” aumentaría en una proporción similar.

Conociendo que el crecimiento de la vivienda en altura cada año incrementa y es tendencial, se ve necesario que se tomen medidas en cuanto al mejoramiento energético. Por ello este trabajo pretende elaborar una guía planteando estrategias mediante la aportación solar para el diseño de fachadas.



Imagen 21_ Crecimiento de la vivienda periodo 2001-2011

6. ANÁLISIS DEL BLOQUE DE VIVIENDA Y DEFINICIÓN DE TÉCNICAS DE DISEÑO SOLAR PASIVO PARA FACHADAS

6.1. Identificación de los bloques de vivienda en altura según sector de planeamiento dentro del límite urbano

La ciudad de Cuenca se encuentra conformado por cuatro Sectores de planeamiento, donde cada una de estas se hallan subdivididas por subsectores en los cuales según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca, emite y regula el uso del suelo mediante varios condicionantes tales como, implantación, retiros mínimos, alturas máximas, etc. (Ver Imagen 22)

Para este estudio se ha elaborado un análisis por Sector de Planeamiento para determinar que subsectores presentan un crecimiento de vivienda en altura dentro del límite urbano. Del mismo modo se podrá identificar la tipología de edificación habitual, su implantación y alturas máximas permitidas.

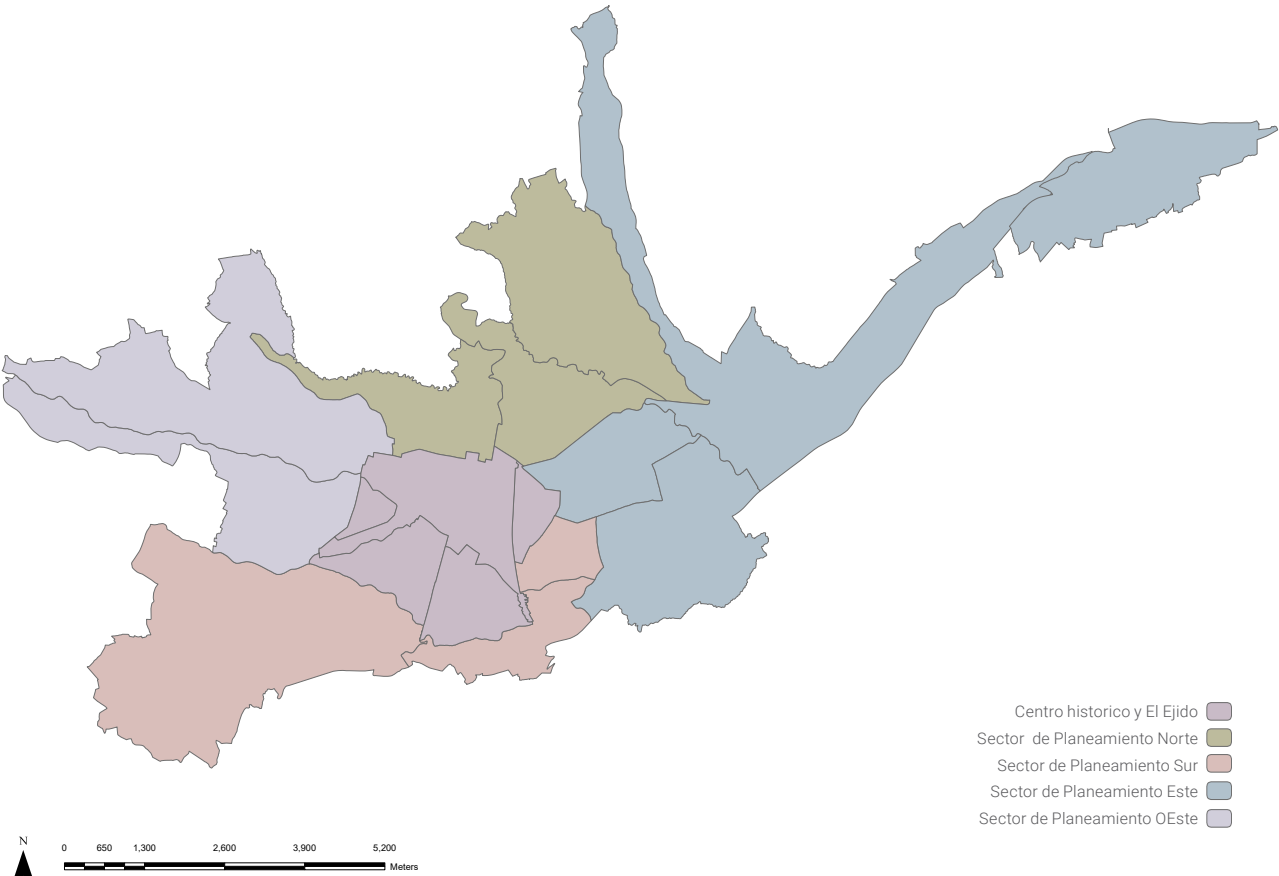


Imagen 22_ Plano de Sectores de Ciudad de Cuenca.

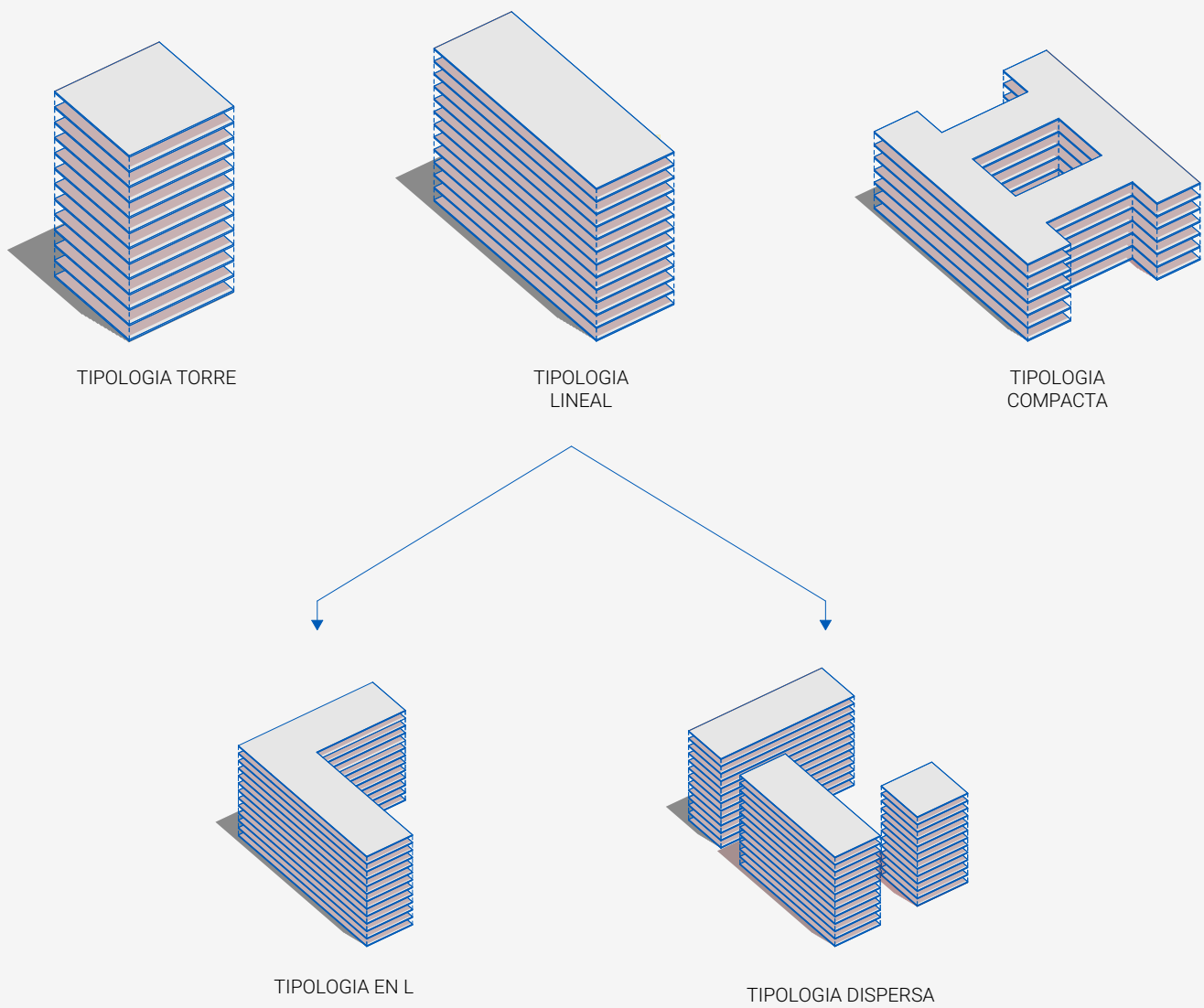


Imagen 23_ Tipología de Bloques de Vivienda predominantes dentro del Límite urbano de la Ciudad de Cuenca

De esta manera se pudo identificar la existencia de tres tipologías de bloques predominantes, a las cuales se ha denominado como **LINEAL**, **en TORRE** y **COMPACTA**; sin embargo, la tipología lineal presenta algunas variaciones como en forma de L y Dispersa. (Ver Imagen 23)

En general se puede decir que las alturas máximas no sobrepasan los 15 niveles y son de tipo de implantación aislada con retiro frontal, sin embargo, existen casos donde ciertos bloques presentan en sus dos primeros niveles una implantación pareada con retiro frontal y a partir del tercer nivel son aisladas. Cabe recalcar que tanto la altura máxima y la implicación dependen de sector donde estén emplazados, ya que cada sector de planeamiento dispone de diferentes condicionantes regidas por la normativa.

En el **Anexo 1** se presentan unos esquemas donde se puede observar por Sector de Planeamiento la presencia de estos bloques de vivienda, así como la implantación y la tipología de bloque.

Se observa que dentro del límite urbano existe un predominio de la **TIPOLOGÍA LINEAL**, con un volumen variado, encontrando bloques muy compactos u estrechos y que según su emplazamiento estos están orientados en diferentes sentidos.

De esta manera se puede determinar que la forma de los bloques (edificio) debe optar por soluciones

intermedias en el cual el volumen del edificio no sea excesivamente compacto, estrecho ni muy alto. Por tanto, se considera que **el volumen óptimo para un mayor aprovechamiento de la aportación solar resulta la Tipología Lineal con una altura que no sobrepase los 12 niveles**

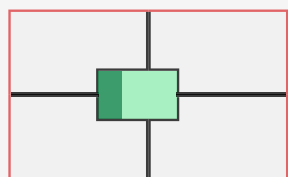
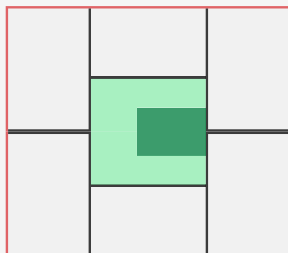
Además, según Olgyay en sus estudios menciona que en climas templados en donde se da la menor cantidad de tensiones térmicas para cualquier dirección específica, permite una considerable libertad en la definición de formas; sin embargo, los bloques o edificios de forma alargada son los más apropiados.

6.1.1. Identificación de las tipologías de vivienda agrupadas en bloques

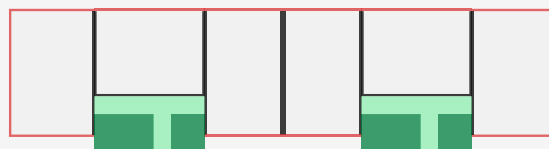
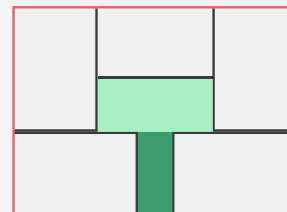
Para este análisis se determina a la tipología de vivienda por la agrupación en el bloque y por el número de fachadas expuestas al exterior. De esta manera se identifica que las distribuciones de las viviendas están en función a la circulación vertical y horizontal, donde por lo general la circulación es central o desplazada hacia el centro de una fachada.

También se ha observado que al estar en función de la circulación existen varias configuraciones de agrupaciones donde por lo general las viviendas son: **Pareadas con circulación central**, **Continuas con circulación central en fachada** y **Pasantes con circulación continua**. (Ver Imagen 24)

Viviendas Paredas con circulación central



Viviendas continuas con circulación central hacia fachada



Viviendas pasantes con circulación continua.

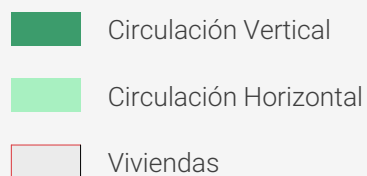
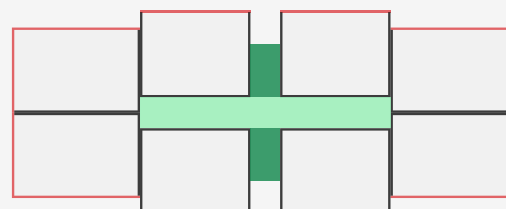
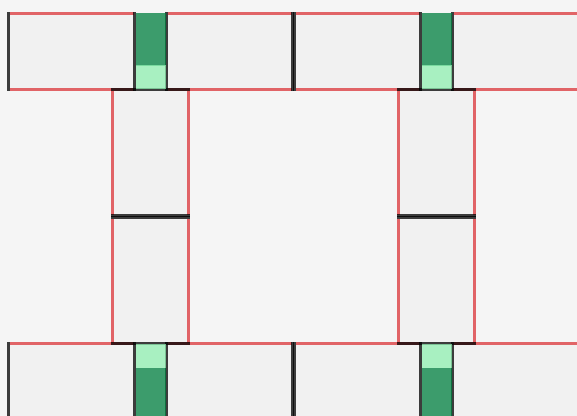


Imagen 24_ Esquemas de diferentes plantas de edificios de vivienda habituales dentro del limete urbano de la Ciudad de Cuenca. Agrupación de viviendas en función a la circulación.

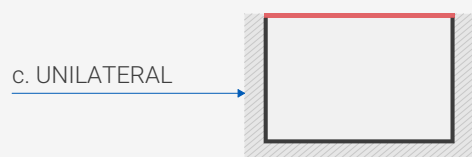
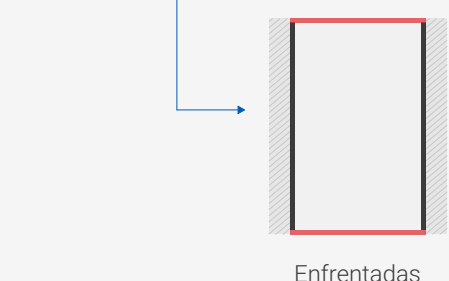
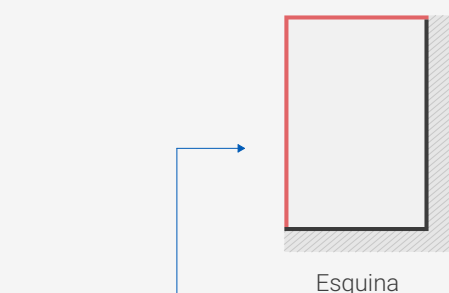
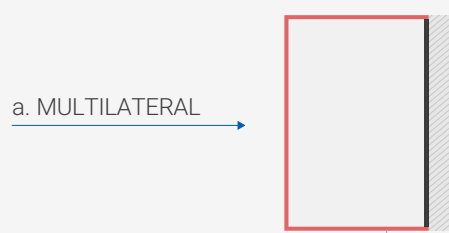


Imagen 25_ Clasificación de viviendas en relación al número de fachadas exteriores

Por lo tanto, las viviendas acaban teniendo de entre una a tres fachadas, dicho esto, se ha elaborado una clasificación de las viviendas en relación con el número de fachadas expuestas al exterior - Radiación Solar (Ver imagen 25):

a. Multilateral: aquella que dispone de tres fachadas.

b. Bilateral: aquello que dispone de dos fachadas pudiendo ser en esquina o enfrentadas.

c. Unilateral: siendo el caso más drástico aquella que dispone de una sola fachada.

Cabe mencionar que en cuanto al partido arquitectónico las viviendas se hallan conformadas en base a la composición familiar promedio de la ciudad de Cuenca donde según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en los últimos datos del Análisis Socioeconómico identifica que el núcleo familiar está compuesto por 4 personas por hogar; sin embargo, también se puede observar que actualmente la mayoría de gente que opta por este tipo de vivienda son parejas jóvenes. Por esta razón las viviendas se encuentran dotadas de entre 1 a 3 habitaciones con 1 a 2 áreas de servicios higiénico. También es importante indicar que cada unidad de vivienda cuenta con tres zonas como: social, descanso y de servicios.

6.2. Consideraciones de diseño en base al clima

Una de las consideraciones previas para garantizar la eficiencia del diseño de una fachada, es tener en cuenta el comportamiento del clima de la ciudad para saber ante que situaciones afrontar. Según el estudio elaborado por Neimhuys-Lara, determina que las temperaturas de confort se amplían de 17 °C a 27 °C, en tanto que las humedades relativas extremas de confort van de 20 y 80%.

Haciendo uso del diagrama psicométrico se puede determinar que las temperaturas máximas promedio y la humedad mínima promedio anual se encuentran aproximadamente al medio día dentro de la zona de confort. Mientras que las temperaturas mínimas promedio y la humedad máxima promedio se encuentran generalmente al comienzo del día y al final de la tarde lejos de la zona de confort. (Ver Imagen 26)

Por lo tanto, esto demuestra que el cambio de temperatura y humedad se da a lo largo del día, pasando de una zona de confort en un momento a estar fuera de ella en otro, lo que lleva a emplear estrategias de calefacción pasiva sobre todo contar con una envolvente de alta inercia térmica.

Además, como se señaló anteriormente las temperaturas más desfavorables del clima de Cuenca se dan en las primeras horas de la

mañana y a partir de las primeras de la tarde, por ello se considera que se debe aprovechar las condiciones climáticas del medio día, ya que es cuando se presentan las mayores temperaturas y mayor radiación solar para acumular energía en los materiales de alta inercia térmica.

Es preciso señalar que al hacer uso de materiales de alta inercia térmica estos deben disponer de un tiempo de transmisión de calor al interior entre las 6 y 8 horas, tiempo que permite acumular el calor de medio día y transmitirlo al interior en la noche cuando se presentan las bajas temperaturas.

De este modo las estrategias irán enfocados en la maximización de las ganancias solares mediante los sistemas pasivos basadas en la captación de energía, acumulación y distribución.

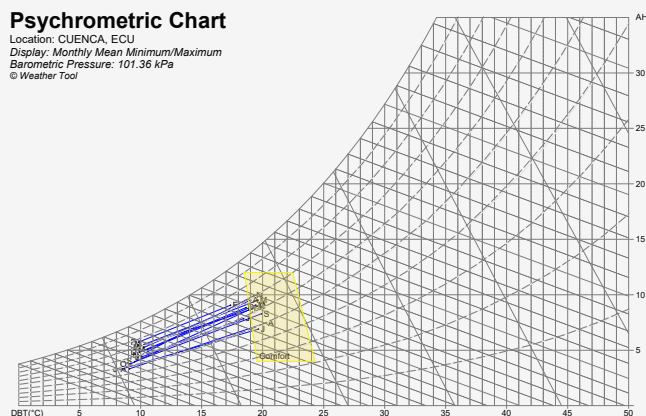
6.2.1. Orientación en función al recorrido solar

El sol como fuente de energía principal del planeta es un recurso fundamental que se debe considerar para el diseño de las edificaciones. Por ello, al establecer estrategias que vayan orientadas a aprovechar este recurso, es fundamental primeramente conocer la trayectoria del sol para un lugar determinado.

“A través del conocimiento de la trayectoria de los rayos solares, tanto en su componente térmica como lumínica, se logra dar la óptima orientación

Psychrometric Chart

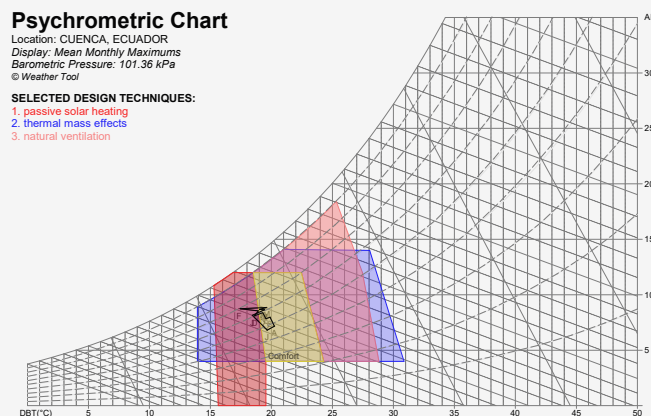
Location: CUENCA, ECU
Display: Monthly Mean Minimum/Maximum
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool



Psychrometric Chart

Location: CUENCA, ECUADOR
Display: Mean Monthly Maximums
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

SELECTED DESIGN TECHNIQUES:
1. passive solar heating
2. thermal mass effects
3. natural ventilation



Psychrometric Chart

Location: CUENCA, ECUADOR
Data Points: 1st January to 31st December
Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

SELECTED DESIGN TECHNIQUES:

1. passive solar heating
2. thermal mass effects
3. natural ventilation

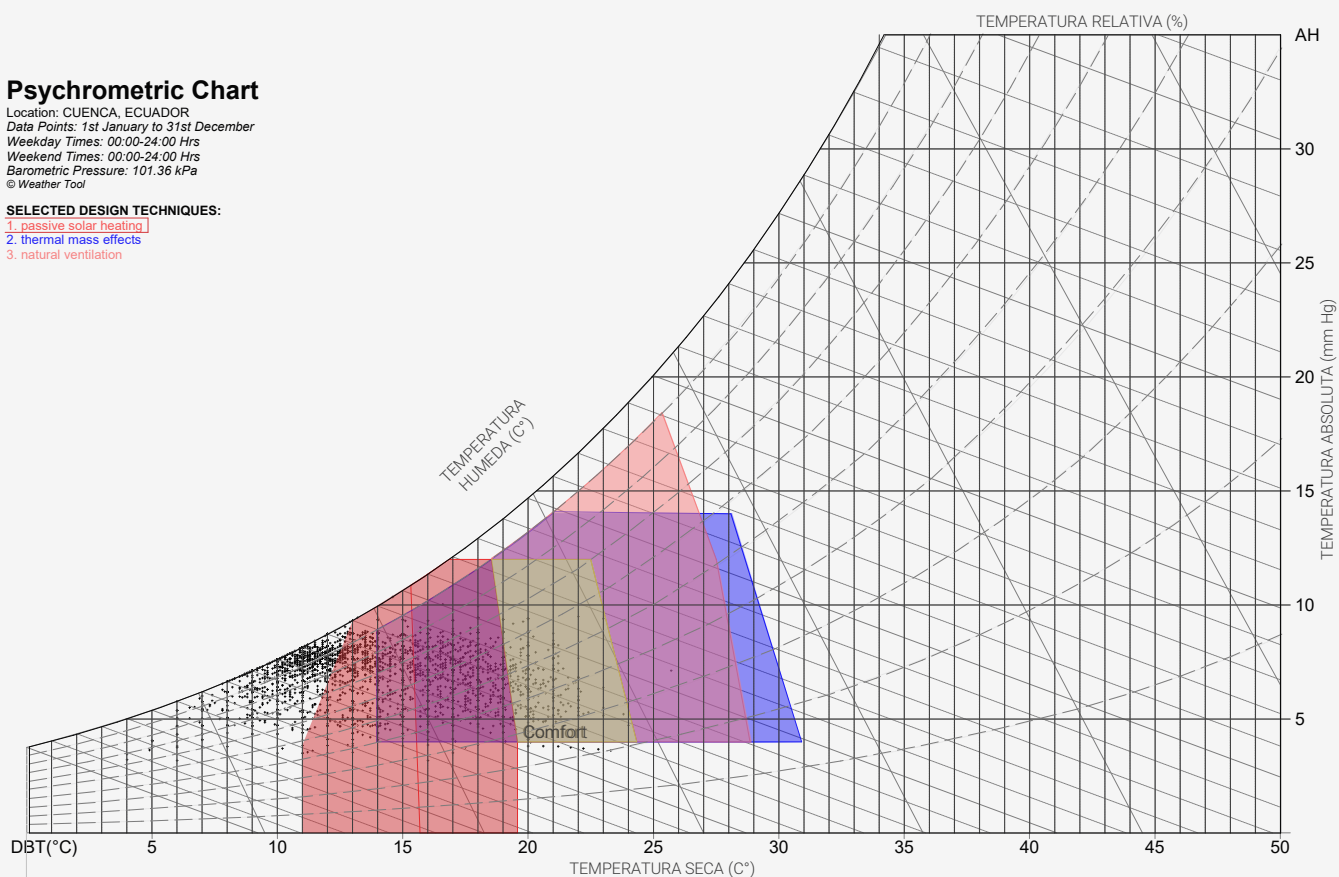


Imagen 26_ Diagrama Psicométrico básico para la ciudad de Cuenca: Requerimientos de climatización según promedio de temperatura y humedad relativa máxima y mínima diaria, basado en los datos de la CEA.

al edificio, la mejor ubicación de los espacios interiores de acuerdo a su uso podremos diseñar las aberturas y los depósitos de control solar, logrando efectos directos de calentamiento, enfriamiento e iluminación, traducibles en términos de confort humano.”¹⁰

La ciudad de Cuenca como ya se explicó se encuentra en la latitud 2°53'12" Sur, donde la trayectoria solar con respecto al eje Este-Oeste es casi simétrica, y por situarse en el Hemisferio Sur tiende mínimamente hacia el Norte. (Ver Imagen 27)

La mayor altura solar se presenta el 21 de Diciembre (Solsticio de Verano) y la menor el 21 de Junio (Solsticio de invierno). Aunque en los equinoccios de Marzo y Septiembre el sol alcanza las máximas alturas solares. (Ver Imagen 28)

Por tanto, se considera que la orientación más adecuada para una edificación es en sentido Este-Oeste debido a que contaría con soleamiento durante todo el año en ambas fachadas según la hora del día. Mientras que con una orientación Norte-Sur solo dispondría de soleamiento en los periodos del solsticio de invierno y verano.

De esta forma, a diferencia de otros países en el que la trayectoria solar tiende significativamente hacia el Norte o hacia el Sur donde las estrategias de captación solar y la distribución de los

ambientes se rigen en función de la fachada de mayor exposición solar al año; en el caso de Cuenca conociendo que la trayectoria solar tiende en la misma medida hacia el Norte y Sur, estas deberán realizarse en base al requerimiento del sol de la mañana o de la tarde en función de la iluminación y lo térmico.

En el caso que una vivienda o departamento no pueda ser orientada en sentido Este-Oeste, es importante considerar que la eficiencia de la radiación solar disminuye en medida que se aproxime a la orientación Norte-Sur. (Ver imagen 29).

6.2.2. Confort Térmico

Para establecer el rango de confort térmico se toma en cuenta el comportamiento del cuerpo humano con respecto a la relación que este tiene con las temperaturas del ambiente y las adaptaciones que pueden contrarrestar ante las condiciones que el cuerpo humano no pueda soportar.

Por ello para establecer las estrategias se tomará en cuenta un rango de 5°C, mismo valor usado por Olgay y Giovani en sus estudios, ya que cada persona tiene un metabolismo diferente, este rango será considerado como la zona de confort en el análisis. De esta manera se garantiza la eficacia de las estrategias propuestas. (Ver Imagen 30)

¹⁰ Fuetes, V. (2013) *Arquitectura bioclimática*, pág. 44

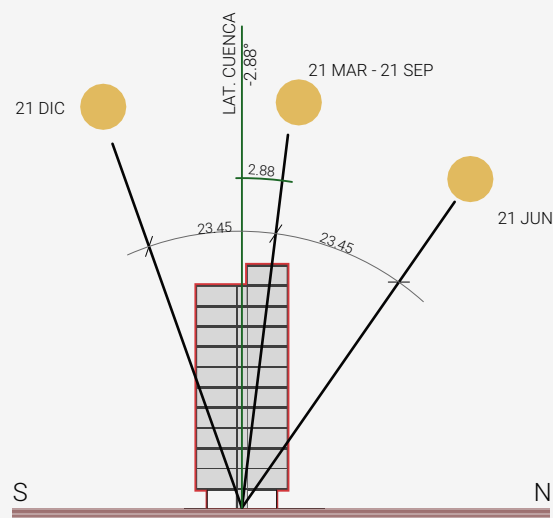
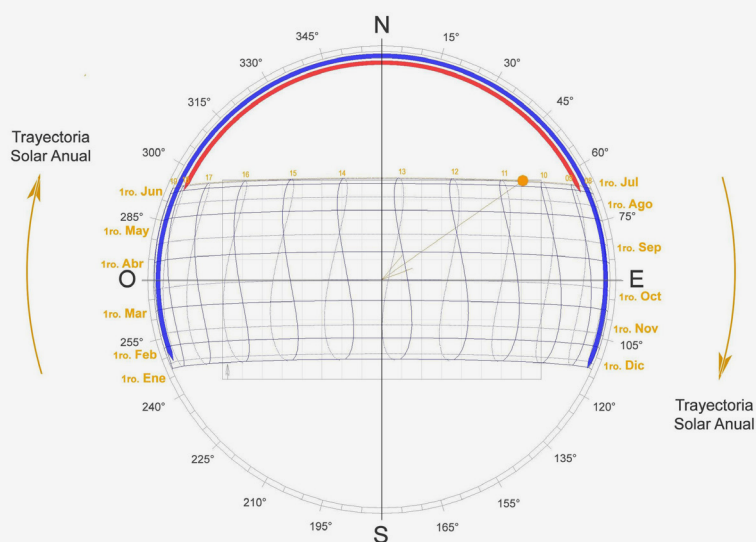


Imagen 28_ Trayectoria Solar. Equinoccios y Solsticio de Verano e Invierno

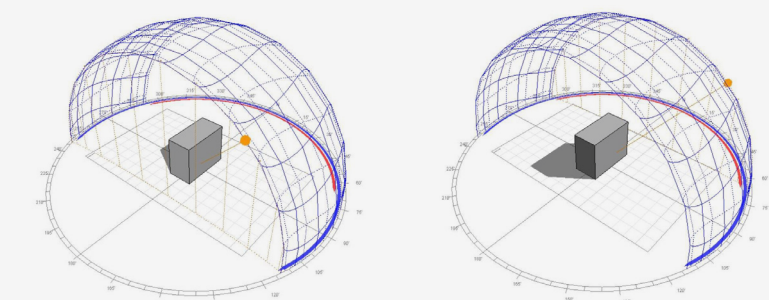


Imagen 27_ Carta solar de Cuenca Trayectoria proyectada en planta y perspectivas

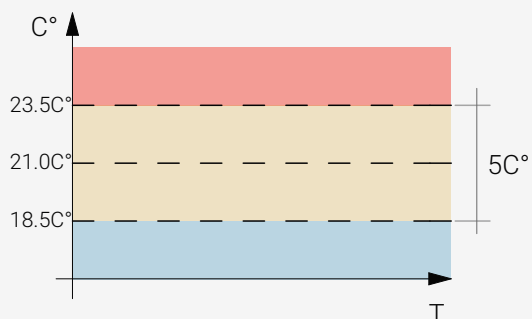


Imagen 30_ Rango de Confort Térmico

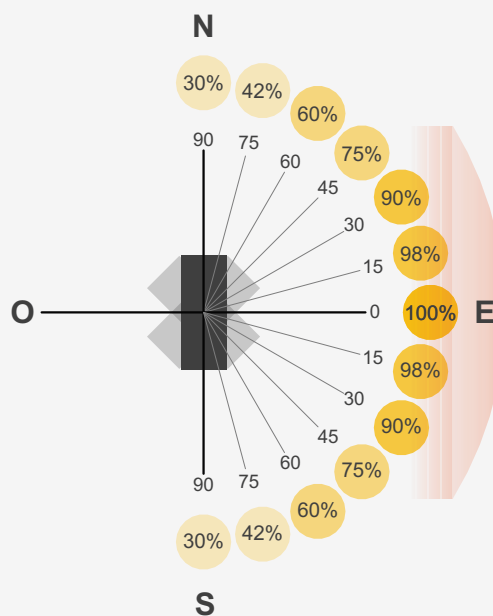


Imagen 29_ Efectividad de la radiación solar según la orientación cardinal.

6.3. Diseño Solar Pasivo

Se puede decir que son aquellos “sistemas que forman parte constituyente del edificio, ya sea como elementos básicos (muros, ventanas, cubiertas, etc.) o como elementos modificados para tal fin (invernaderos adosados, galerías, chimeneas solares, etc.) de forma que la edificación se convierte en el sistema de captación solar”¹¹ y no requieren de energía auxiliar para su funcionamiento.

6.3.1. Sistemas Pasivos para calefacción solar

a) Sistemas de captación directa:

Permiten el aprovechamiento energético directo de la radiación solar, considerada así cuando esta energía que ingresa en el edificio se da en el mismo momento en el que incide sobre su envoltura exterior a través de elementos huecos transparentes de las fachadas como ventanales, claraboyas, lucernarios y demás elementos

¹¹ ATECOS, *Asistente Técnico para la Construcción Sostenible. SISTEMAS PASIVOS: CAPTACIÓN SOLAR*

translúcidos, “una parte de esta energía debe almacenarse en las paredes y/o en el suelo del local para su uso nocturno u otros.”¹²

“El más simple de los enfoques es un diseño de ganancia directa. La radiación solar es admitida en el espacio y casi toda ella se convierte en energía térmica. Las paredes y el suelo se utilizan para captación de energía solar y almacenamiento térmico mediante la interceptación de radiación directamente, y / o mediante la absorción de la energía reflejada o irradiada. Por la noche, cuando la temperatura exterior baja y el espacio interior se enfría, el flujo de calor en las masas de almacenamiento se invierte y el calor se direcciona hacia el espacio interior con el fin de alcanzar el equilibrio. Esta re-radiación de calor recogida durante el día puede mantener una temperatura agradable durante las noches frías y se puede extender en varios días nublados sin “recargar”. ”¹³ (Ver Imagen 32)

¹² *Energía Solar Pasiva*, Edward Mazria, pág. 140

¹³ Dubravka Matic. *Estrategias de diseño solar pasivo para ahorro energético edificación*. Universidad Politécnica de Cataluña, 2010

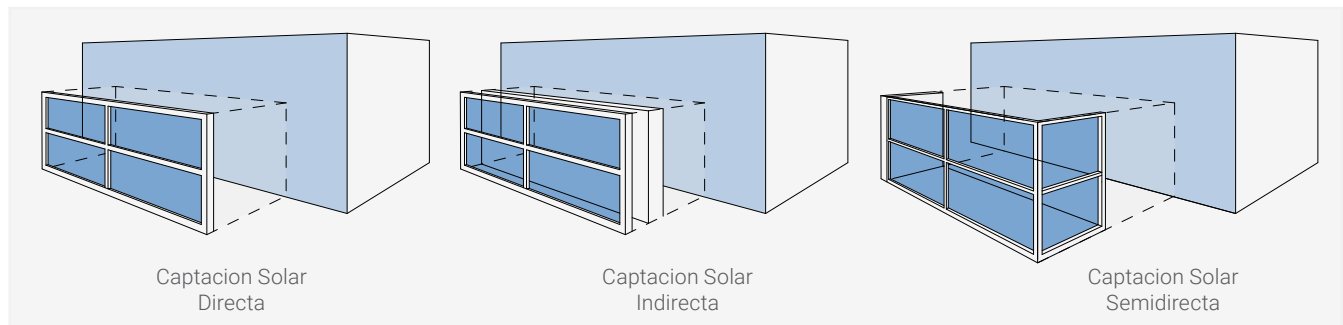


Imagen 31_ Sistemas Pasivos de Calentamiento

La eficiencia energética de esta estrategia mediante la ganancia directa a través de elementos huecos acristalados para el acondicionamiento térmico está directamente relacionado con los siguientes factores:

- Características del hueco: orientación, dimensiones; forma y posición .
- Características energéticas del vidrio.
- Características de las carpinterías como: conductividad térmica, valor U de perfil tipo, grado de estanqueidad, etc.
- Incorporación de elementos de sombreado que limiten la ganancia directa durante el periodo sobrecalentado.
- Incorporación de elementos de aislamiento que limiten las pérdidas térmicas.

También está vinculado a las masas térmicas las cuales colaboran al logro de buenos resultados en los espacios interiores. Las masas de almacenamiento térmico moderan las fluctuaciones de la temperatura, ofreciendo una temperatura estable para el cerramiento de las plantas e incrementan el rendimiento general de la calefacción pasiva.

Es preciso señalar que los sistemas directos tienen unos rendimientos a la captación (r) variables entre 0,4 y 0,7 según el tipo de vidrio, las carpinterías y el grado de limpieza. El factor de retardo (f) es prácticamente nulo. Los valores típicos son: $r = 0,55$ y $f = 0$.

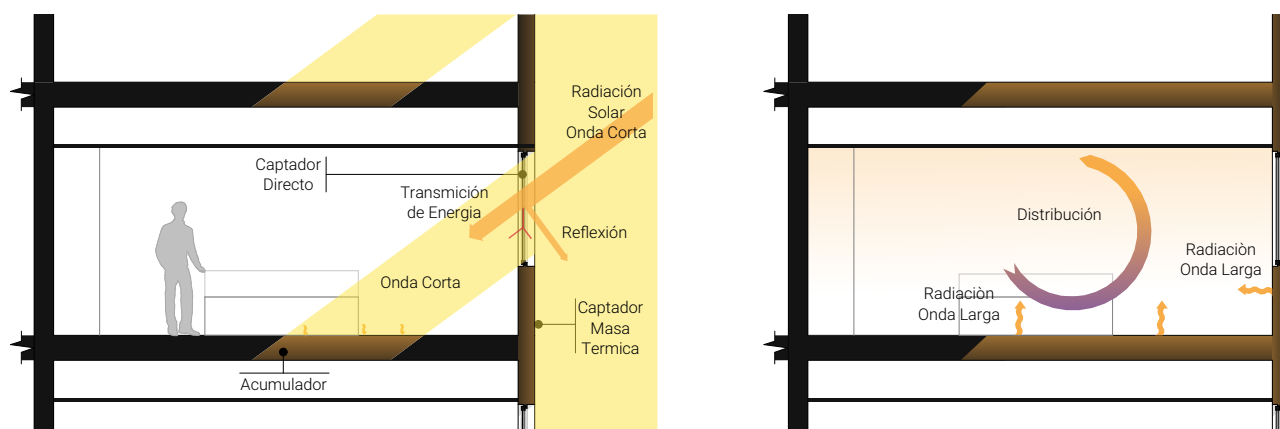


Imagen 32_ Sistema de Capatación Directa

b) Sistemas de captación indirecta y semidirecta:

Este convierte la radiación solar en calor mediante su absorción a través de la piel del edificio y lo libera hacia los espacios habitables, produciendo un periodo prolongado entre el momento en el que se recibe la energía y el momento en que ésta se aprovecha como consecuencia de una acumulación previa.

El aprovechamiento energético de la radiación solar no ingresa directamente, sino es captada en dispositivos diseñados especialmente para ello, tratándose así de un espacio intermedio entre el exterior y el espacio que se desea acondicionar. Estos dispositivos intermedios tienen una gran entrada de radiación directa mediante superficies acristaladas tanto verticales como horizontales

El calor se transmite hacia los espacios habitables a acondicionar por diferentes mecanismos: por conducción y radiación a través de los cerramientos de elevada masa térmica y por convección mediante el intercambio del aire entre los dispositivos y los espacios habitables por medio de aberturas de regulación.

Dentro de este sistema se identifican las siguientes estrategias:

- Muro acumulador térmico no ventilado o Muro Trombe

Es una estrategia en la cual la captación solar se realiza por una pared de alta inercia térmica, un espacio de aire y una lámina de vidrio.

Su funcionamiento se basa en la captación de la radiación de onda corta la cual atraviesa la superficie vidriada e incide directamente sobre la superficie exterior del muro. "La superficie del muro absorbe la radiación y eleva significativamente su temperatura. Al mismo tiempo, el vidrio provoca un efecto de invernadero al impedir la salida de la radiación de onda larga generada por los procesos de calentamiento, provocando que el aire dentro de la cámara también eleve su temperatura de manera significativa. Mediante los movimientos convectivos, el aire caliente contribuye a elevar aún más la temperatura del muro. Debido a estos procesos el muro se calienta gradualmente y genera un efecto de almacenamiento de calor mientras éste es conducido al interior. Así, los máximos aportes de calor al interior del edificio, permiten un mayor almacenamiento de energía durante el día y el aprovechamiento durante la noche (el tiempo de retraso térmico dependerá en buena medida del grosor del muro)."¹⁴

Estos muros están contruidos con materiales de elevada masa térmica en cuya parte exterior se

¹⁴ Dubravka Matic. *Estrategias de diseño solar pasivo para ahorro energético edificación*. Universidad Politécnica de Cataluña, 2010

instala una superficie acristalada que se separa de 5 a 15cm del muro para generar una cámara de aire cerrada herméticamente. Generalmente la superficie acristalada es de vidrio de elevada transmittividad, para facilitar el paso de la radiación solar. Por otro lado, la superficie externa del muro (hacia la cámara de aire) se suele cubrir con un acabado absorbente solar selectivo, es decir, de elevada absorptividad y baja emisividad, como pintura color negro mate, o mejor aún, chapa metálica también con terminado en negro adherida uniformemente al muro. Este último tiene el objetivo de intensificar al máximo la absorción superficial de energía calórica.

El muro acumulador no ventilado **resulta adecuado en zonas de uso continuo** como dormitorios, pues la temperatura que alcanza la cámara de aire es superior a la de un muro de acumulación ventilado. (Ver Imagen 33)

• Muro acumulador térmico ventilado o Muro Trombe

Similar al anterior, pero con la diferencia que incorpora en una serie de orificios ubicados en la parte superior e inferior de la pared, con la finalidad de facilitar el intercambio de calor entre el muro el ambiente mediante la convección.

“Al calentarse el aire dentro de la cámara se crea el llamado bucle convectivo o termosifón que es la circulación del aire caliente por convección

natural, con lo cual el aire tiende a subir e ingresar al espacio interior por las aberturas en la parte superior, el vacío que se crea en la cámara de aire succiona a través de los orificios inferiores del muro el aire frío del interior del local. De esa manera permitirá un intercambio constante tendiendo a acumular la temperatura del aire en el espacio habitable.”¹⁵

A diferencia de la configuración básica del muro trombe no ventilado es que su efecto permite calentar más rápidamente el espacio sin tener que esperar a que el calor ganado atravesase el muro. Sin embargo, debido a que este proceso se invierte en las noches, los orificios deben cerrarse para evitar pérdidas de calor.

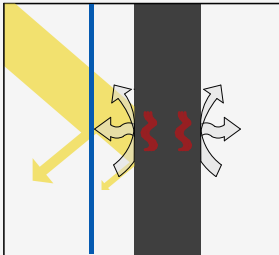
Por lo tanto, este muro **es apropiado para ambientes en el cual su uso es más inmediato** y no se extiende hacia horas de la madrugada de tal manera que este mecanismo se puede aprovechar durante el día. (Ver Imagen 34)

Para este caso el vidrio del muro debe estar entre los 9 y 15 cm, considerando como lo óptimo, ya que si este fuera menor a 3 cm la circulación del aire quedaría limitada. En cambio, en un espacio mayor a 15 cm las pérdidas de calor serían grandes en la parte superior y laterales.

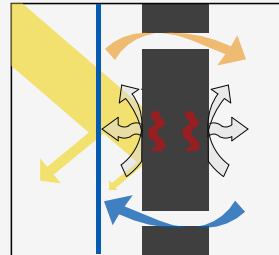
En cuanto a su espesor de los muros para los dos

¹⁵ Mazzocco, María Pía. Calentamiento pasivo. Bibliocad. Internet: <http://www.bibliocad.com>

Sistema de Capatación Indirecta



Funcionamiento de muro
Acumulador térmico



Funcionamiento de muro
Acumulador térmico ventilado

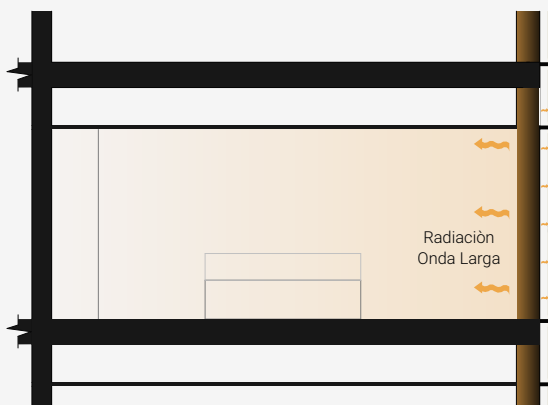
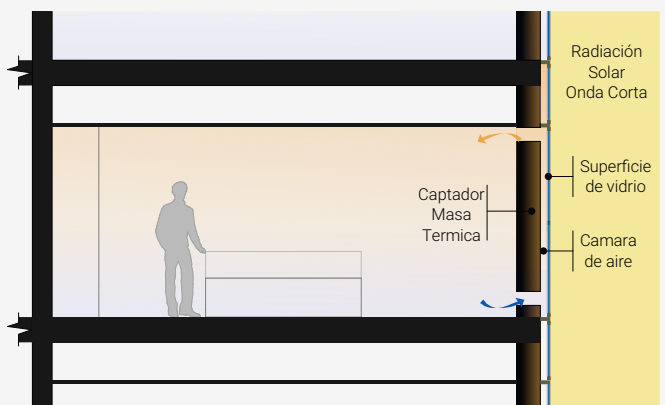
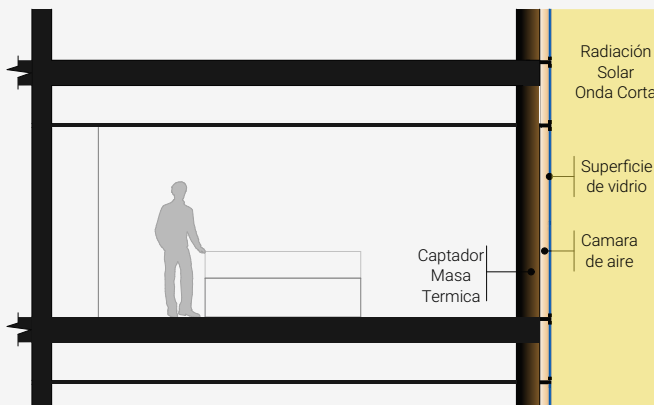


Imagen 33_ Muro acumulador térmico no ventilado o Muro Trombe

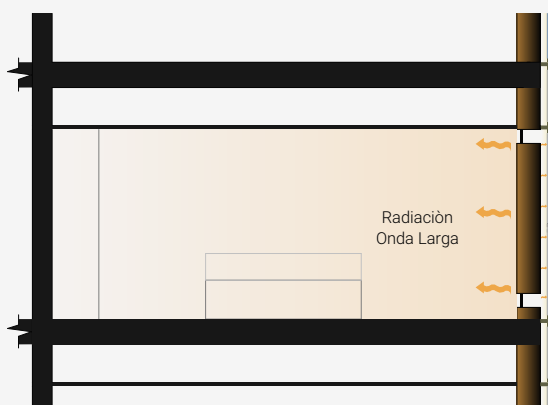


Imagen 34_ Muro acumulador térmico ventilado o Muro Trombe

casos se tomará en cuenta los mismos criterios usados para muros de alta inercia térmica.

- Invernaderos o galerías acristaladas (sistema semidirecto):

Se encuentran adosadas a la envolvente, separada de las estancias interiores por un muro másico donde el invernadero o galería responde a una combinación de sistemas de aportes directos e indirectos. (Ver Imagen 35)

Estos espacios disponen de gran proporción de acristalamiento que al estar expuesto a la radiación directa funciona como un sistema de aporte directo, donde la radiación recibida incrementa la temperatura en esta galería acumulándose en el muro másico y que al mismo tiempo la estancia adyacente recibe calor por medio de este muro con el retardo correspondiente transformándose en un sistema indirecto.

Al estar concebidos para proporcionar al máximo las ganancias de calor por radiación solar, evitando los problemas que causa la captación solar directa a través del acristalamiento (sobrecalentamiento, deslumbramiento, exposición directa al sol), estos espacios pueden funcionar como espacios habitables de uso esporádico.

Su funcionamiento se basa en el efecto invernadero, impidiendo que la radiación retorne al exterior una vez captada a través del vidrio. La

Sistema de Captación Semidirecto

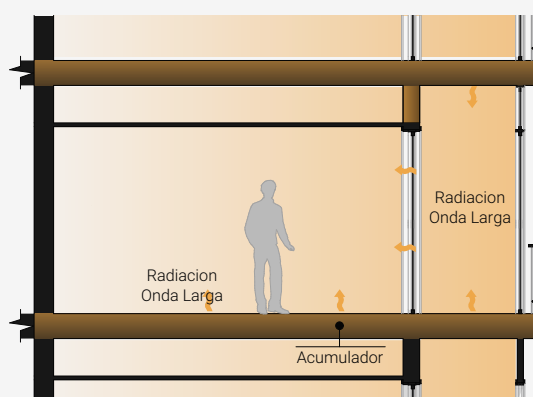
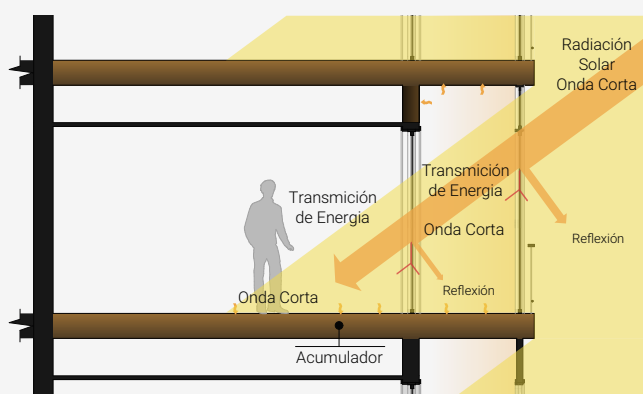


Imagen 35_Invernadero o Galería acristaladas adosadas

energía de onda corta absorbida por el vidrio es cedida tanto al ambiente exterior como interior por radiación y convección. El resto de la radiación penetra calentando los cuerpos contra los que incide, paredes, forjados, muebles, etc., mientras que el aire termina calentándose por convección, al ponerse en contacto con los objetos previamente calentados por radiación. De esta manera el vidrio se vuelve opaco a la radiación de onda larga que emiten estos cuerpos, permitiendo la entrada de energía, pero no su salida. Sin embargo, la onda larga, aunque no logra atravesar el vidrio si lo calienta, al mismo tiempo que se calienta por convección en contacto con el aire interior, dando la posibilidad de que la energía se pierda por convección o por la irradiación del vidrio caliente hacia el exterior.

De esta manera es importante evitar que el aire del invernadero se caliente excesivamente ya que esto generaría grandes pérdidas por transmisión. Por ello el uso de materiales de alta inercia térmica en las galerías para que absorban la energía calorífica es complementario para la eficiencia de estos espacios.

Debido a que estas estrategias están vinculados a las masas térmicas o cerramientos de alta inercia es importante tener en consideración lo siguiente:

- **Cerramientos de Alta Inercia Térmica:**

Considerando que la inercia térmica es la capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente. Donde la capacidad de almacenar energía de un material depende de su masa, su densidad y su calor específico.

Su función es captar la radiación directa, acumulando el calor para liberarlo por radiación entre 8 a 12 horas. Los materiales ideales para constituir una buena masa térmica, y por tanto inercia térmica, son aquellos que tienen: alto calor específico, alta densidad y baja conductividad térmica (aunque no sea excesivamente baja). Los materiales con mejor inercia térmica son: ladrillo, bloque de termoarcilla, rocas, piedras naturales y hormigón

Es apropiado el uso de muros con materiales de gran densidad y espesores de 15-40cm, de modo que el interior del edificio siga fresco mientras que por la noche el calor se transfiera. Con espesores menores a 15cm el calor penetrara al mismo tiempo en que es captado y no quedara suficiente calor almacenado que puede ser soltado por la noche; por lo contrario, si el muro supera los 40cm puede costarle bastante acumular el calor y empezar a liberarlo en un momento del día en que no se necesita ese calor.

“Los materiales que tienen una elevada capacidad térmica, es decir, un espesor considerable y un gran calor específico volumétrico, así como una conductividad moderada, entre 0.5 y 2.0 W/mK, generan lo que se conoce como efecto de masa térmica. Entre ellos podemos incluir el adobe (y la tierra en general), el ladrillo, la piedra, el concreto y el agua (uno de los más eficientes).”¹⁶

Por lo tanto, la inercia térmica es una estrategia clave en climas como es el caso de la ciudad de Cuenca con oscilaciones térmicas diarias importantes, ya que la capacidad de acumulación térmica de las soluciones que conforman un elemento arquitectónico es básica para conseguir el adecuado nivel de confort y ahorro energético.

También para favorecer el funcionamiento se deben situar las masas térmicas en las zonas del edificio donde el intercambio energético sea más grande, que normalmente está cercano a las superficies vidriadas

¹⁶ ATECOS, Asistente Técnico para la Construcción Sostenible.

7. DEFINICION DE LAS ESTRATEGIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE FACHADAS EN BLOQUES DE VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES.

7.1. Generalidades.

Previamente se establecen recomendaciones generales para tener en cuenta al momento del diseño de una edificación, con el propósito de conseguir las mejores condiciones ambientales en el interior de cada vivienda haciendo uso de los recursos que provee el clima de la ciudad.

Las estrategias para la optimización de diseño de fachadas para bloques de vivienda mediante la aportación solar pasiva están previstas para el clima de la ciudad de Cuenca o de aquellas ciudades que presenten condiciones similares; por tanto, para lograr edificios energéticamente eficientes se ha dividido este estudio en dos secciones.

La primera sección contempla estrategias para el bloque o edificio de viviendas dividida en:

- Agrupación de viviendas
- Maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva

La segunda sección contempla estrategias por tipología de vivienda dividida en:

- Distribución de zonas, ventilación e iluminación natural.
- Maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva

7.2. Estrategias para la maximización de ganancias solares mediante la captación solar pasiva para el mejoramiento de diseño de fachadas: Bloque de vivienda.

Al haber analizado las tipologías de bloques de vivienda se determinó que una solución lineal o alargada garantiza un mejor aprovechamiento de la captación solar por medio de las superficies de las fachadas mediante sistemas pasivos para el caso de la ciudad de Cuenca. (Ver Imagen 36)

Mientras que la orientación más conveniente es exponiendo las fachadas de mayor superficie en dirección Este-Oeste, emplazados a lo largo de un eje Norte-Sur, debido que son más eficientes para emplear estrategias de maximización de ganancias solares, permitiendo acristalamiento máximo tanto para las fachadas en dirección Este y Oeste para captación solar. (Ver Imagen 37)

Por tanto, el modelo de estudio que se usará para asignar estrategias para la optimización en el diseño de la fachada con el objetivo de lograr edificios de vivienda en altura energéticamente eficientes a partir de la aportación solar, irán dirigidas a los bloques o edificios de vivienda de tipología lineal o alargada con una altura no mayor a 12 niveles orientados en sentido Este-Oeste y emplazados lo largo del eje Norte-Sur.

Mientras que para la tipología de vivienda se hará uso de la clasificación de viviendas en relación

Imagen 36_ Bloque / Edificio de Vivienda. Tipología Lineal



Emplazamiento



Forma Tipológica

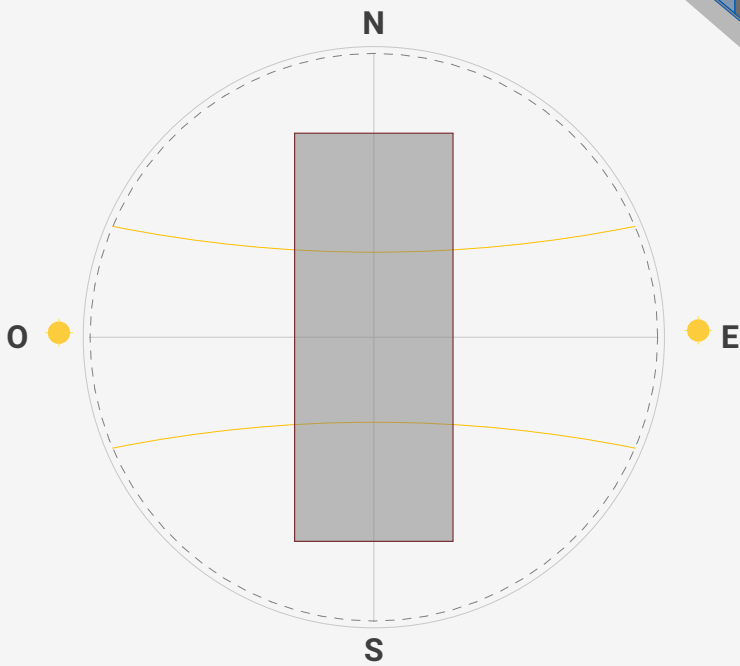
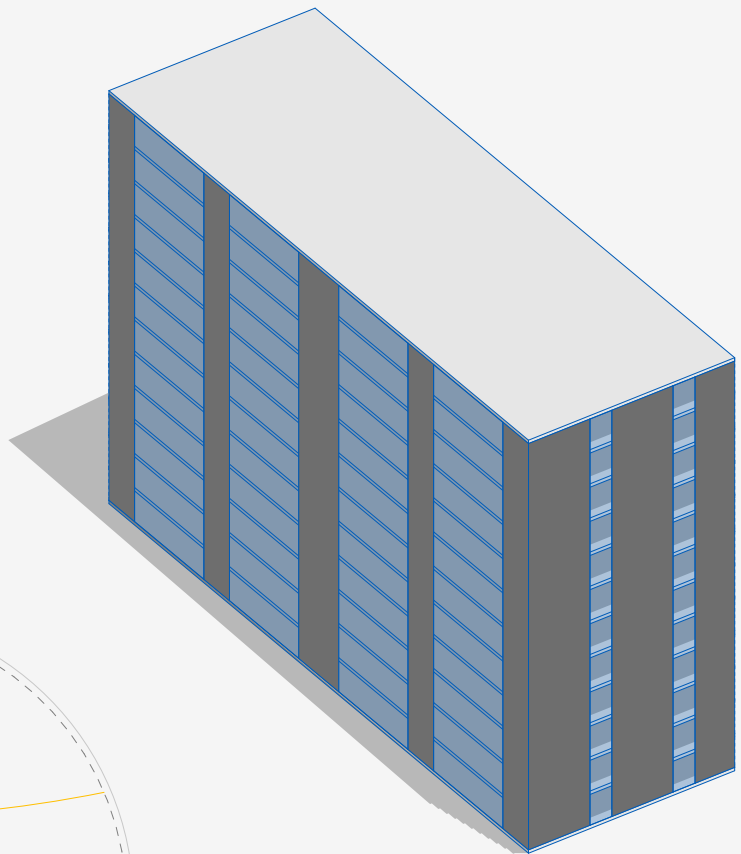


Imagen 37_ Emplazamiento del Bloque de Vivienda

100% Papeles/Vectores 0.13 100.00%

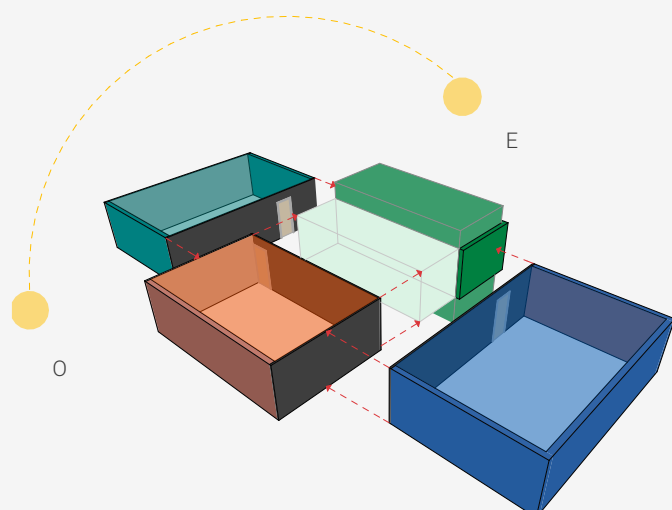


Imagen 38_ Agrupamiento de viviendas en función a la circulación.

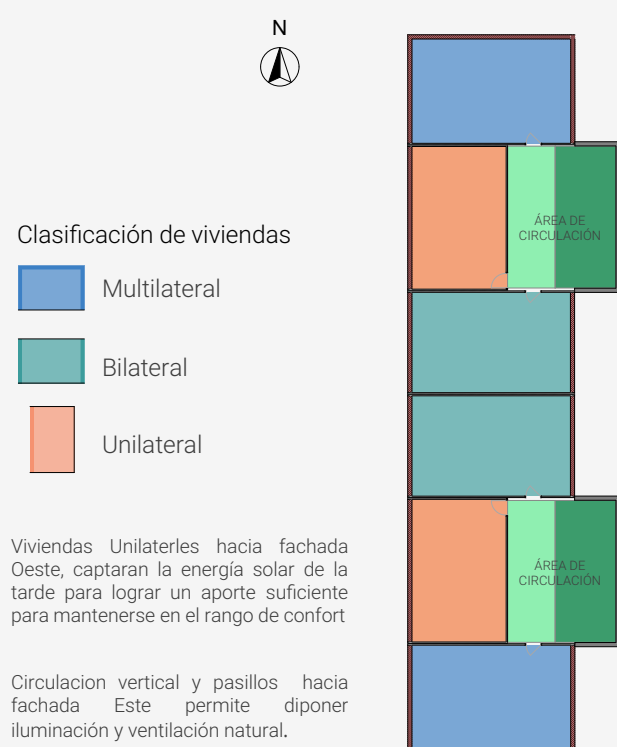


Imagen 39_ Agrupación de viviendas continuas con circulación central hacia fachada

al número de fachadas expuestas al exterior (Radiación Solar) que se elaboró anteriormente en la identificación de las tipologías de viviendas agrupadas en bloques.

7.2.1. Agrupación de viviendas:

Con el propósito de garantizar la eficacia de las estrategias como propuesta se considera que las viviendas deben ser agrupadas de manera continua con circulación central hacia fachada. (Ver Imagen 38)

Esta configuración permite generar viviendas bilaterales con fachadas enfrentadas, pudiendo designar a cada fachada la función de iluminación y capitación.

Sin embargo, esta configuración de agrupamiento también genera viviendas unilaterales por la necesidad de generar circulación, por lo tanto, se recomienda que estas viviendas sean orientadas hacia el oeste con el objetivo de captar la energía solar de la tarde y lograr un aporte suficiente, mientras que la circulación vertical debe estar dispuestas hacia la fachada este. Cabe mencionar que esta distribución permite que el área de circulación disponga de iluminación y ventilación natural. (Ver Imagen 39)

7.2.2. Maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva en fachadas.

“Para lograr el confort de la vivienda se requiere captar la energía calorífica del sol y conservar la energía generada y captada en su interior el mayor tiempo posible”.

Por tal motivo es importante conocer la trayectoria solar, y para el caso de Cuenca como ya se explicó con anterioridad al encontrarse cerca de la línea ecuatorial, recibe todo el año radiación solar casi perpendicular.

De esta manera se plantea estrategias de captación solar pasiva para las fachadas Este-Oeste y estrategias de iluminación y aislamiento térmico para las fachadas Norte-Sur de la siguiente manera:

7.2.2.1. Estrategias para Fachadas Este y Oeste:

Al ser las fachadas con mayores aportaciones donde cada una recibe un mínimo de cuatro horas diarias de radiación solar directa, se plantean las siguientes estrategias:

a) Estrategia de ganancia directa:

Esta ganancia de radiación solar se dará a través de las superficies de vidrio (ventanas) por tanto se recomienda reservar un 20% de la fachada Este y un 15% de la fachada Oeste para permitir la captación directa de la energía en horas

de la mañana y en horas de la tarde, parte de esta energía será acumulada en los elementos interiores de las viviendas como: forjados y muros internos al edificio. Cabe mencionar que esta estrategia también permite cumplir la función de iluminación y ventilación.

b) Estrategia de ganancia semidirecta:

Las ganancias se efectúan mediante espacios acristalados como se explicó anteriormente conocidos como galerías, donde, entre el ambiente interior y el exterior, se interpone un espacio que capta la energía solar. Resulta una estrategia interesante ya que al mismo tiempo otorga protección solar, ventilación e iluminación natural, por tanto, se recomienda reservar un 15% de la fachada Este y un 50% de la fachada Oeste.

c) Estrategia de ganancia indirecta:

De las superficies opacas de estas dos fachadas se recomienda reservar un 35% de la fachada Oeste y un 15% de la fachada Este para generar aire caliente mediante la implementación de muros acumuladores térmicos no ventilados con el objetivo de aprovechar esta energía en las horas nocturnas y las primeras de la mañana.

7.2.2.2. Estrategias para Fachadas Norte y Sur:

Para estas fachadas se plantea como estrategia el aislamiento térmico ya que no representan un medio eficiente de ganancias solares debido a su orientación donde la fachada Norte recibirá

soleamiento únicamente en el periodo cercano al solsticio de invierno y la fachada Sur en el periodo cercano al solsticio de verano, constituyendo puntos de pérdida del calor captado y almacenado al interior de las viviendas. Por lo tanto, de estas fachadas se reserva solamente un 40% para iluminación y ventilación.

De igual manera, para las separaciones entre viviendas y en las divisiones interiores se proponen paredes con aislamiento térmico en las zonas de cocina, lavandería y baños, ya que estos espacios requieren una mayor ventilación, lo cual provocaría pérdidas de calor a los demás ambientes de la vivienda, por esta razón se recomienda aislarlos.

7.2.3. Recomendaciones.

- Las superficies vidriadas al ser elementos que permiten ganancias térmicas también son causantes de pérdidas de energía por ello se recomienda la utilización de doble vidrio para evitar las pérdidas de calor por conducción.
- Se recomienda que las estrategias de ganancias semidirectas sean ubicadas en zonas de uso inmediato como en el área social, mientras que las estrategias de ganancias indirectas en zonas de uso continuo como áreas de descanso.
- Para los muros de las fachadas Este y Oeste se recomienda el uso de materiales de alta

inercia térmica, como el ladrillo macizo, el cual permite la captación de la energía y la liberación de esta en las horas requeridas ya que dispone de un desfase térmico de cerca de 8 horas, además dispone de una conductividad térmica intermedia, mientras menor es este valor menor espesor se requerirá.

- Mientras que para los muros de las fachadas Norte y Sur se recomienda que el aislamiento térmico sea colocado en la parte externa de la fachada para que su masa térmica esté hacia el interior y permite acumulación de calor.

- Para el bienestar térmico, es indispensable conseguir que las temperaturas internas se mantengan dentro del rango de confort, es decir entre 18.5-23.5°C. Por esta razón, se debe pensar en la capacidad térmica de los elementos interiores y exteriores. La masa térmica de los elementos internos y en especial de las zonas asoleadas conviene que sean de color oscuro y de una distribución uniforme. Su densidad no debe ser menor de 200kg/m².

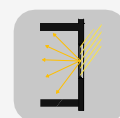
- También es conveniente situar las masas térmicas en las zonas del edificio donde el intercambio energético sea más grande, que normalmente está cercano a las superficies vidriadas, esto favorece su funcionamiento.

(Ver Imagen 40)



Captación Solar Pasiva

Estrategias
Fachadas Norte - Sur



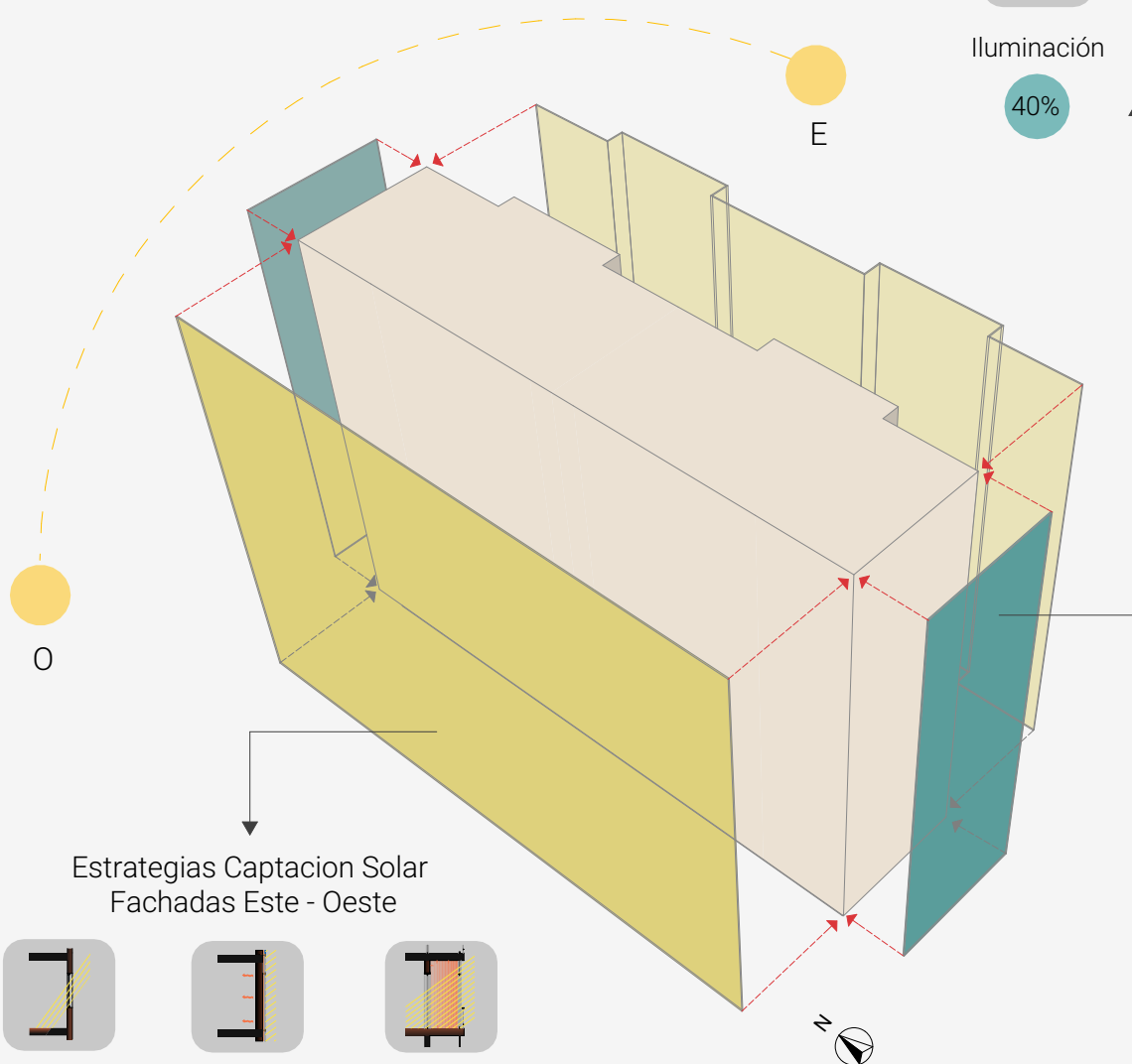
Iluminación

40%



Aislamiento

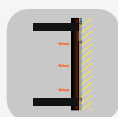
60%



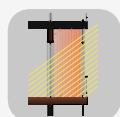
Estrategias Captacion Solar
Fachadas Este - Oeste



Directa



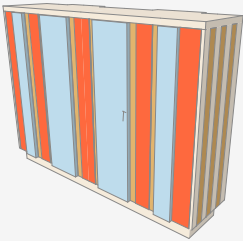
Indirecta



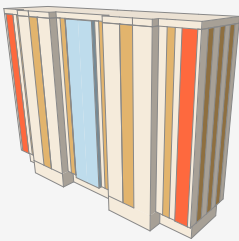
Semidirecta

Imagen 40_Estrategias para la maximización de ganancias solares mediante la captación solar pasiva para el mejoramiento de diseño de fachadas: Bloque de vivienda.

Fachadas
Oeste - Sur

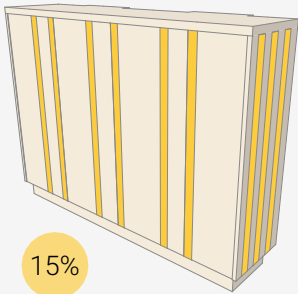


Fachadas
Este - Norte

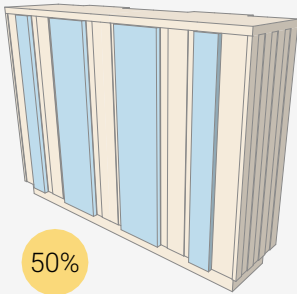


ESTRATEGIAS	FACHADAS		
	OESTE	ESTE	NORTE SUR
Directa	15%	20%	--
Semidirecta	50%	15%	--
Indirecta	35%	15%	--
Masa Térmica	--	50%	--
Aislamiento	--	--	60%
Iluminación	--	--	40%

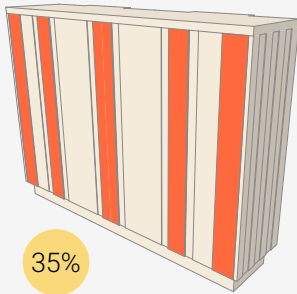
Ganancias
Directas



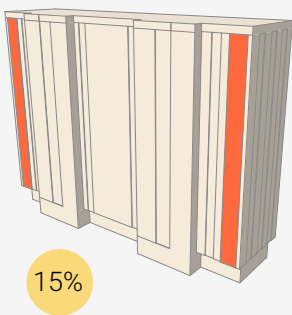
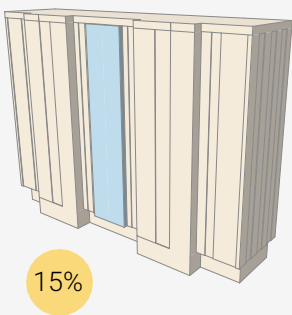
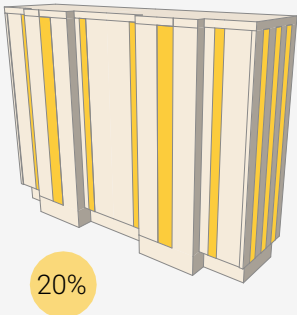
Ganancias
Semidirectas



Ganancias
Indirectas



Estrategias Fachada Oeste



Estrategias Fachada Este

GSPassiveHouse 3.12.109.100

7.3. Estrategias para la maximización de ganancias solares mediante la captación solar pasiva para el mejoramiento de diseño de fachadas: por clasificación de vivienda.

En base a la clasificación de las de viviendas en relación con el número de fachadas expuestas al exterior (Radiación Solar), se establece estrategias de ganancias solares para cada tipo, esto permitirá una mayor libertad en las agrupaciones de viviendas dentro de bloques, pudiendo hacer uso de cada tipo de vivienda para cualquier tipología de bloques siempre y cuando mantengan una orientación Este-Oeste.

7.3.1. Distribución de zonas, ventilación e iluminación natural.

Se recomienda que las zonas de descanso deben estar orientadas en lo posible hacia el Oeste, con el objetivo de captar y acumular la energía solar de la tarde y luego sea liberada durante la noche. Mientras que la zona social, siendo esta la sala - comedor, debido a que su uso se puede dar en diferentes momentos del día, podrían estar orientadas tanto al Este como el Oeste, de manera que reciben radiación solar durante todo el día. Finalmente, la zona de servicio, que

incluye la cocina y lavandería se recomienda sean orientadas hacia el Este, ya que generalmente son espacios que se utilizan en las mañanas.

De esta manera en los siguientes esquemas se muestran las distribuciones sugeridas para cada tipo de vivienda. Como se puede observar se han agrupado los espacios en dos zonas: la primera comprende áreas de descanso mientras que la segunda corresponde a área social y la de servicios.

Para las viviendas Multilaterales y Bilaterales se recomienda que las zonas sean emplazadas en sentido longitudinal. Mientras que para las viviendas Unilaterales siendo el caso más drástico, se sugiere que tanto la zona de descanso y la zona social se dispongan a lo largo de la fachada expuesta al exterior.

Cabe mencionar que esta distribución permite que cada espacio disponga de iluminación natural y que se dé una ventilación cruzada el cual es imprescindible para el confort, ya que al disponer de aberturas en los lados opuestos de dos fachadas favorece el movimiento (el flujo) de aire de un espacio o de una sucesión de espacios.



Zonificación



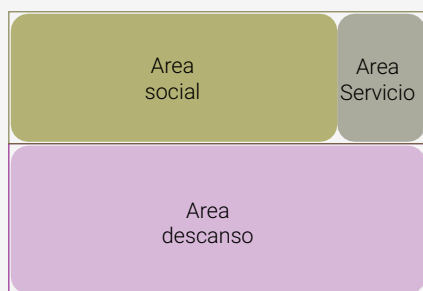
Multilateral



Bilateral



Unilateral



Distribución viviendas
Multilateral y Bilateral enfrentada



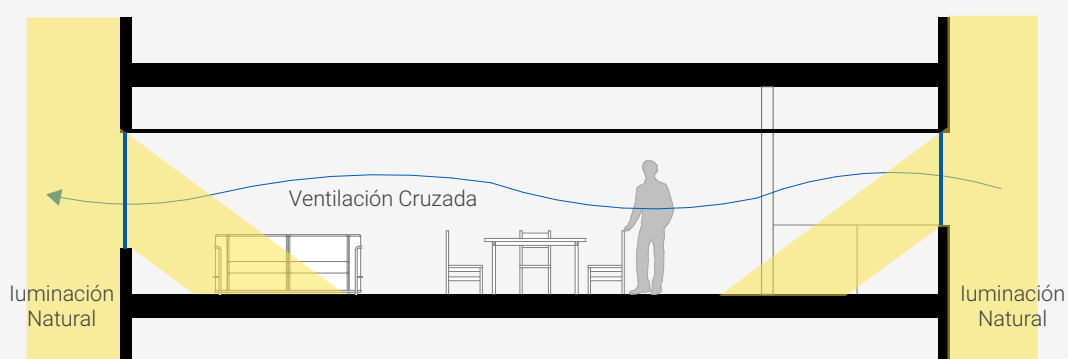
Distribución viviendas
Unilateral



Zona 1



Zona 2



Sección vivienda multilateral y bilateral

Imagen 41_Zonificación y distribución de áreas para clasificación de viviendas

7.3.2. Maximización de ganancias solares mediante captación solar pasiva por tipo de vivienda.

Las estrategias que se plantean a continuación están en función a los porcentajes planteados para el bloque de vivienda lineal, de igual manera se usara el mismo criterio para las estrategias de captación directa la cual se logra por medio de superficies de vidrio con acumulación en los elementos internos, mientras que la captación semidirecta mediante el uso de galerías, y la captación indirecta por medio de muros acumuladores térmicos no ventilados.

7.3.2.1. Estrategias para viviendas Multilaterales:

Esta vivienda dispondrá de dos fachadas con la función de captación mientras que la tercera por su orientación se recurrirá a estrategias de aislamiento. Por lo tanto, para la fachada oeste se recomienda ubicar estrategias de captación indirectas y semidirectas, mientras que en la fachada Este, estrategias de captación indirecta y directa.

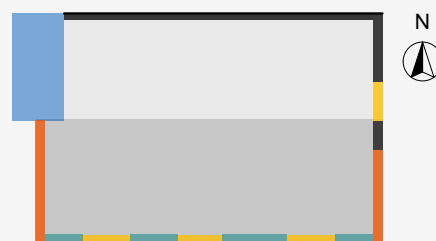
Para este tipo de vivienda se debe reservar el 10% de las fachadas Este y Oeste para captación directa, un 25% para captación semidirecta y un 45% para captación indirecta mediante muro acumuladores térmicos.

(Ver Imagen 42)

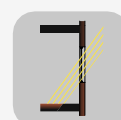
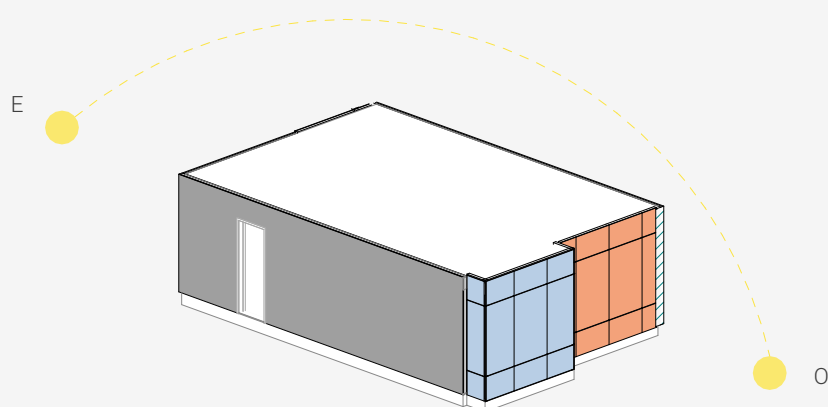
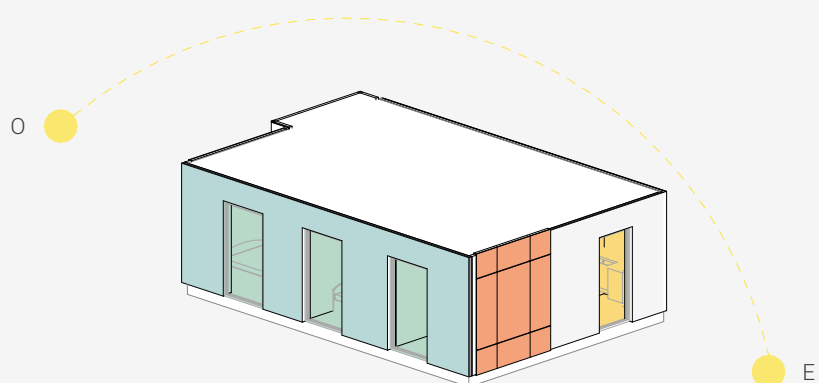


Captación Solar Pasiva

Area de descanso
Area social-servicio



Esquema de planta



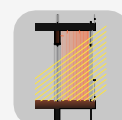
Directa

10%



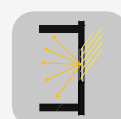
Indirecta

45%



Semidirecta

25%



Iluminación

40%



Aislamiento

60%

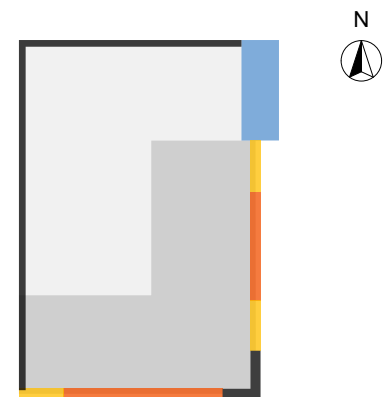
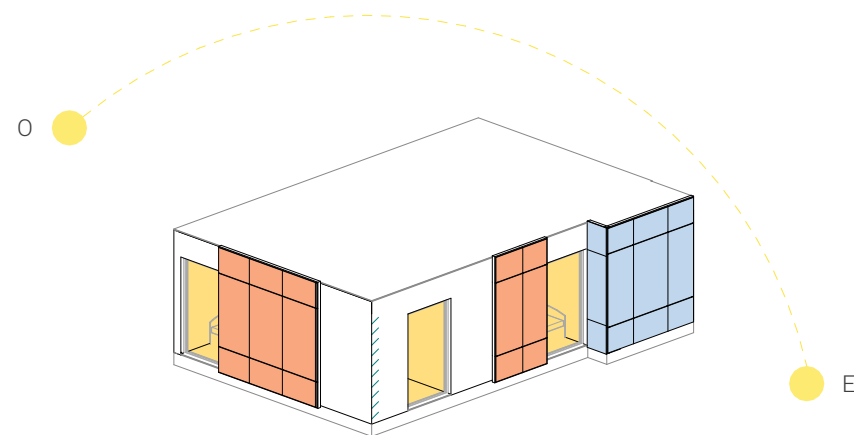
Imagen 42_Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas Multilateral.

7.3.2.2. Estrategias para viviendas Bilaterales:

Bilaterales con fachadas enfrentadas: por la orientación de la vivienda las fachadas cumplen la función de captación, por lo tanto, para la fachada Oeste se recomienda hacer uso de estrategias directas, semidirectas e indirectas, mientras que para la fachada Este estrategias semidirectas y directas.

De esta manera se plantea que se destine un 20% para captación directa, un 50% para captación semidirecta y de las superficies ciegas se designe un 15% para muros acumuladores térmicos.

(Ver Imagen 44)



Esquema de planta

■ Área de descanso
■ Área social-servicio

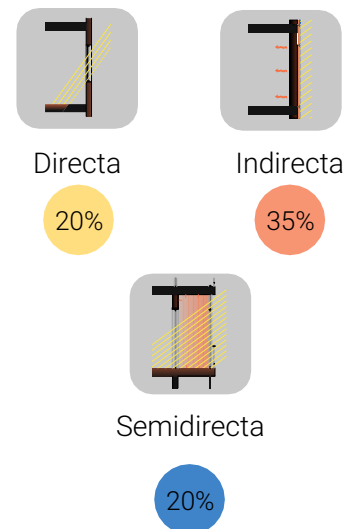
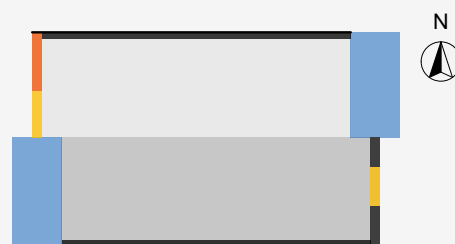


Imagen 43_Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas Bilaterales en esquina

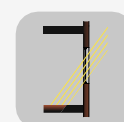
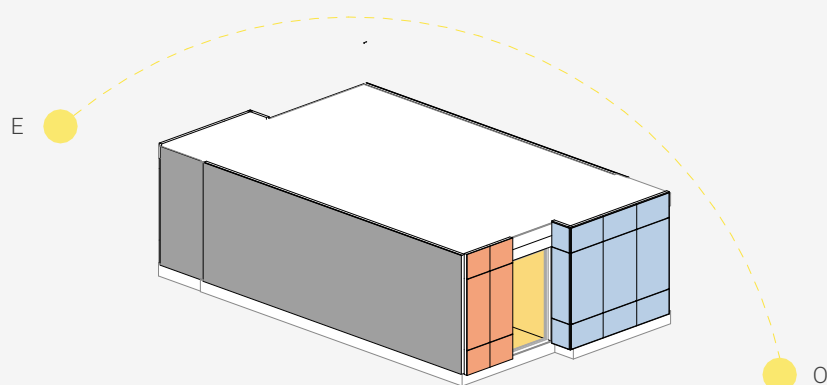
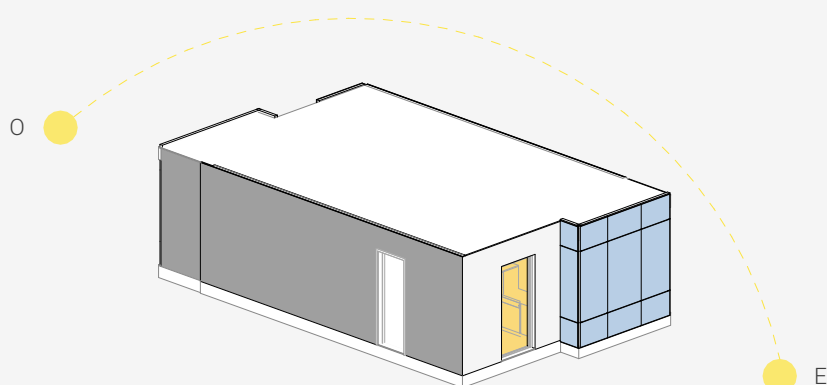


Captación Solar Pasiva

Area de descanso
Area social-servicio



Esquema de planta



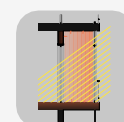
Directa

20%



Indirecta

15%



Semidirecta

50%

Imagen 44_Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas Bilaterales enfrentadas

7.3.2.3. Estrategias para viviendas Unilaterales:

Es el caso más drástico, por esta razón se aconseja que la fachada de mayor superficie sea orientada hacia el Oeste, de esta manera se contario con mayor superficie para captar energía y también puedan ser ubicadas hacia esta fachada la zona social y la descanso.

Por lo tanto, de esta fachada se asigna un 25% para captación directa, 40% para captación semidirecta la misma debe ser ubicada junto a la zona social ya que con esta se logra también la función de ventilación e iluminación. Y finalmente se reserva el 35% para captación indirecta meriéndate muro acumulador térmico el mismo que debe ser ubicado en la fachada de la zona de descanso.

(Ver Imagen 45)

7.3.3. Recomendaciones:

• Es conveniente que los vanos de ventanas tengan una altura de piso a cielo raso, de esta manera se logra mayores aportaciones. Y deben ser colocados en fachadas opuestas para lograr una ventilación cruzada.

• En cuanto a las estrategias de captación indirecta se recomienda el uso de muros acumuladores térmicos no ventilados o conocido como muro Trombe, ya que la temperatura que se alcanza con este tipo de muro es mucho más alta permitiendo un mayor almacenamiento de energía durante el día y el aprovechamiento durante la noche.

• El dimensionamiento del muro acumulador térmico está en función al área útil de la habitación a calentar, por lo tanto, al estar ubicados en zonas de descanso donde las áreas de las habitaciones no sobrepasan los 11m2, para lugares templados se requiere de 5m2. Este valor se basa en la siguiente tabla:

Tabla 04: Área de muro trombe según área útil de habitación a calentar

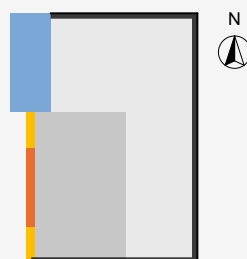
AREA DE HABITACIÓN (m2)	ÁREA DE MURO TROMBE (m2)	
	LUGARES TEMPLADOS	LUGARES FRÍOS
9 a 11	5	7
12 a 14	6,5	9
15 a 17	8	12
18 a 20	9,5	14
21 a 23	11	15,5

Fuente: Grupo de Apoyo al Sector Rural. Los Muros Trombe. Pontificia Universidad Católica de Perú. Perú, 2009

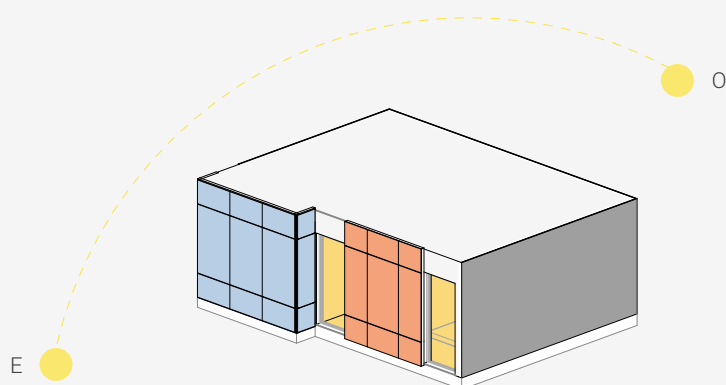


Captación Solar Pasiva

■ Area de descanso
■ Area social-servicio

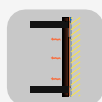


Esquema de planta



Directa

25%



Indirecta

35%



Semidirecta

40%

Imagen 45_Estrategias de diseño de captación solar pasiva para viviendas Unilaterales

8. APLICACIÓN Y COMPROBACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO.

8.1. Generalidades.

El estudio de estrategias para la optimización en el diseño de la fachada para lograr bloques de vivienda energéticamente eficientes mediante la aportación solar en un clima entre Mesotérmico húmedo (Cf) y Templado periódicamente seco, ha servido para proporcionar medidas para un diseño sostenible en la ciudad de Cuenca.

Para la comprobación de diseño y las estrategias estudiadas, se ha considerado las áreas mínimas para vivienda social con base en dimensiones estándar de mobiliario y equipamiento y las circulaciones mínimas que requiere cada uno para funcionar óptimamente.

También se ha considerado las Normas de Arquitectura del "Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y Ocupación del suelo Urbano, en lo referente a los requerimientos de circulación vertical y horizontal, así como también las alturas mínimas y máximas entre pisos para bloques de vivienda en altura, etc.

Por otra parte, se ha analizado el comportamiento de la propuesta del bloque de vivienda mediante el uso del programa Ecotect, este software

sirve para el análisis y diseño de construcción sostenible, el cual permite la posibilidad de generar análisis energéticos y simulaciones que ayudan a optimizar el rendimiento de las edificaciones.

En este programa se ha modelado el edificio y se definió a cada departamento tipo como zona térmica al igual que los datos meteorológicos referentes a la ubicación, en este caso la ciudad de Cuenca, incluyendo temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, nubosidad, dirección y velocidad del viento.

Cabe mencionar que para realizar cualquier cálculo en este programa se requiere definir las características de los materiales utilizados, como el calor específico, densidad, conductividad térmica, absorción solar, etc. También es necesario precisar el número máximo de personas que ocupará cada espacio, el uso o actividad predominante, tipo de ventilación, cantidad de iluminación requerida y horas de uso.

Para el análisis térmico mediante este software se ha definido para cada vivienda la cantidad de ocupantes, el grado de la actividad física, los días y horas de actividad del edificio, la inercia de los materiales, las filtraciones, las ganancias internas.

Aplicación de Estrategias. Prototipo



Imagen 46_ Planta de distribución de viviendas

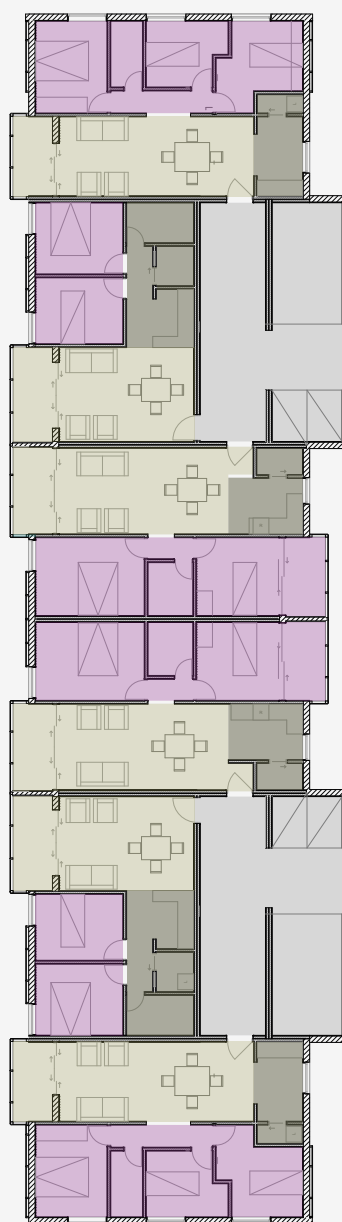


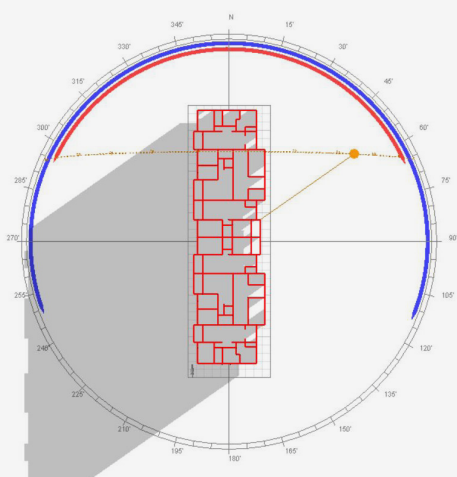
Imagen 47_ Planta de distribución de zonas

Agripación viviendas

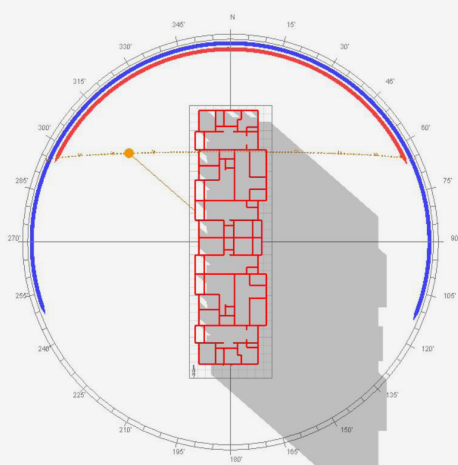
- Viviendas Multilaterales
- Vivienda Unilaterales
- Vivienda Bilaterales
- Núcleos de Circulación

Zonificación

- Área de Descanso
- Área Servicio
- Área Social
- Núcleos de Circulación



Asolamiento: 21 de Junio 10:30 (arriba) y 15:30 (abajo)



8.2. Descripción del prototipo.

Siguiendo las estrategias y recomendaciones planteadas para el diseño de fachadas para un bloque de vivienda de tipología lineal o alargada con una altura no mayor a 12 niveles orientados en sentido Este-Oeste y emplazados lo largo del eje Norte-Sur, se ha obtenido los siguientes resultados:

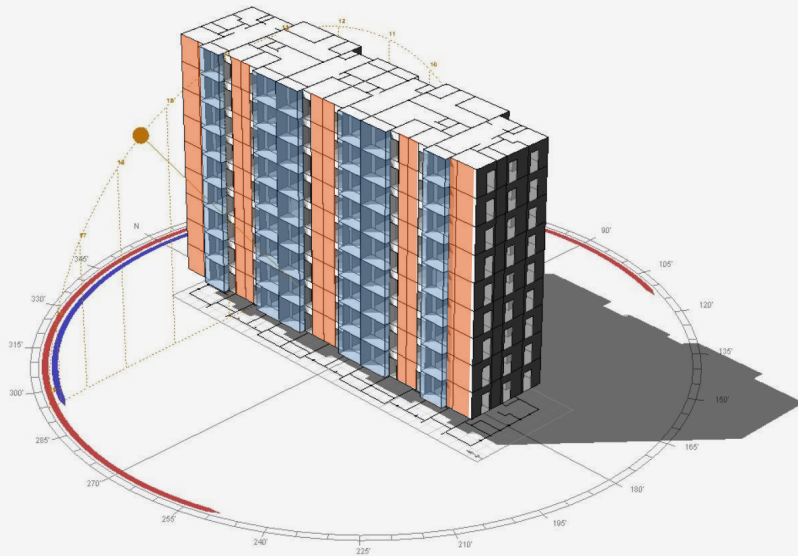
Se ha logrado agrupar 6 viviendas de las cuales 2 son multilaterales, 2 bilaterales y 2 unilaterales. El bloque dispone de dos núcleos de circulación ubicados junto a las viviendas unilaterales según lo aconsejado en las estrategias de agrupación de viviendas. (ver Imagen 46)

a) Distribución:

Aplicando las estrategias de distribución por zonas para cada vivienda se ha podido orientar los espacios según lo recomendado, de tal manera que según su uso algunos espacios recibirán luz y radiación directa en horas de la mañana y otros en horas de la tarde, Logrando que cada espacio disponga de ventilación e iluminación natural.

Los dormitorios en su mayoría han podido ser orientados hacia el Oeste y el área de servicio como la cocina y lavandería queden hacia el Este, excepto para la vivienda unilateral. Mientras que el área social para todas las viviendas se logró ubicar hacia el Oeste. (ver Imagen 47)

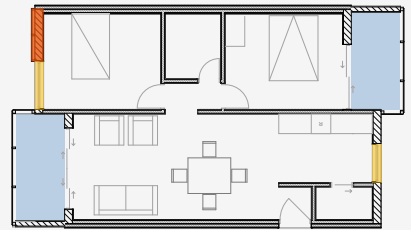
Imagen 48_ Diseño de la fachada mediante estrategias de captación solar



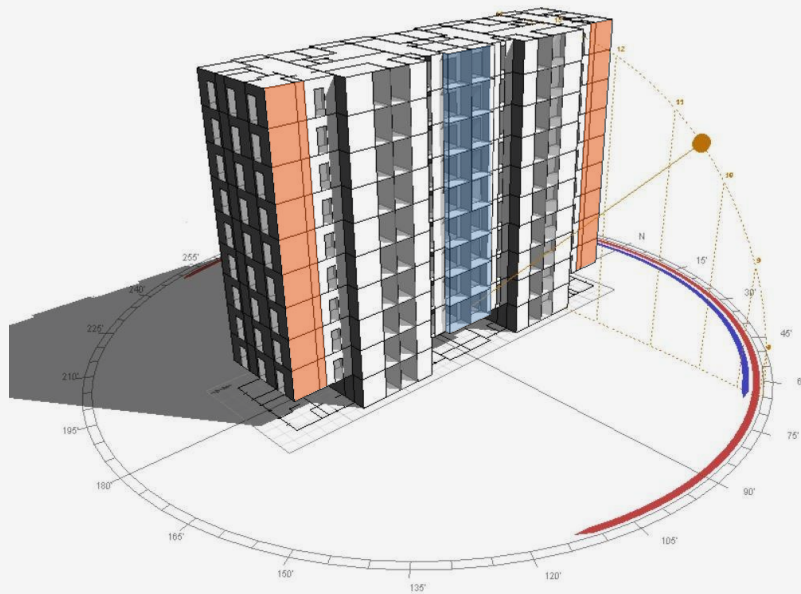
Perspectiva: Fachada Oeste - Sur



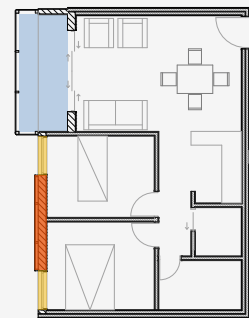
Estrategias en Fachadas de Vivienda Multilateral



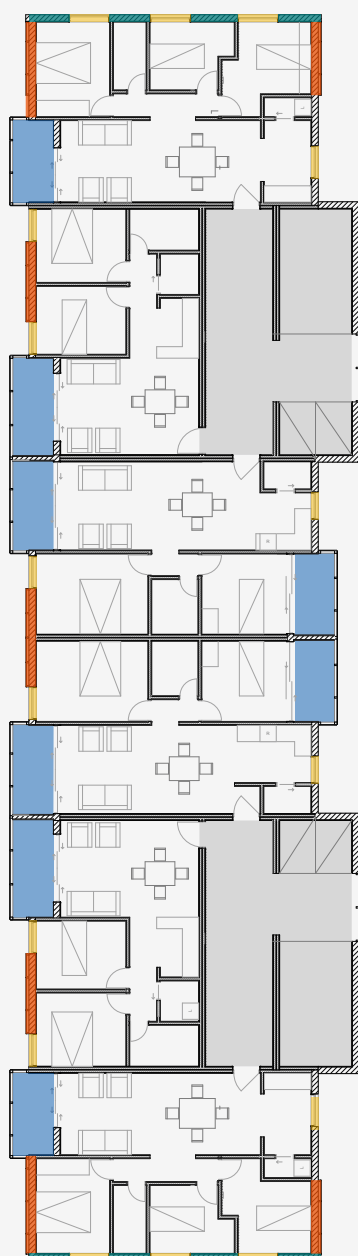
Estrategias en Fachadas de Vivienda Bilateral



Perspectiva: Fachada Este - Norte



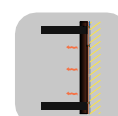
Estrategias en Fachadas de Vivienda Unilateral



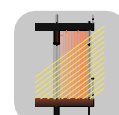
Estrategias en Fachadas de Vivienda Unilateral



Directa



Indirecta



Semidirecta



Aislamiento

b) Diseño de la fachada mediante estrategias de captación solar:

Para las estrategias de captación pasiva en las fachadas Este y Oeste, según las recomendaciones se ha podido colocar muros acumuladores térmicos no ventilados adosados en su mayoría a las zonas de descanso, mientras que las galerías para todas las viviendas se han colocado hacia el oeste adosadas al área social, excepto por las viviendas bilaterales que se vio necesario adosar una galería a una habitación orientada al Este.

En cuanto a la estrategia de captación directa mediante ventanas se ha logrado colocarlas en ambas fachadas tanto en áreas de descanso como en el área de servicio. (ver Imagen 48)

8.3. Validación del Confort Térmico del bloque de vivienda:

Con la ayuda del software Ecotect se ha modelado el edificio y se definido a cada departamento tipo como zona térmica, al igual que los datos meteorológicos referentes a la ubicación, en este caso la ciudad de Cuenca, incluyendo temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, nubosidad, dirección y velocidad del viento.

Cabe mencionar que para realizar cualquier calculo en este programa se requiere definir las características de los materiales utilizados, como el calor específico, densidad, conductividad térmica, absorción solar, etc. También es necesario precisar el número máximo de personas que ocupara cada espacio, el uso o actividad predominante, tipo de ventilación, cantidad de iluminación requerida y horas de uso.

Por lo tanto, se ha realizado el análisis de cada vivienda tipo durante los días más representativos, siendo los del equinoccio marzo y septiembre, así como los del solsticio de junio y diciembre. El rango de confort térmico establecido para cada departamento está entre los 18.5 y 23.5°C, y como volumen de aire necesario para cada zona se ha establecido de 3m³ por persona.

Las gráficas que se obtiene del programa muestran una relación entre la temperatura externa, la radiación directa y difusa, la velocidad

del viento y la temperatura interior de los ambientes analizados.

En las gráficas se puede observar que todos los departamentos cumplen con las condiciones de confort térmico, manteniendo temperaturas entre los 19°C y los 22°C a lo largo del año, logrando un aporte suficiente para regular el salto térmico que ocurre entre día y la noche.

Con este prototipo se comprueba que las estrategias para la maximización de ganancias solares mediante la captación solar pasiva para el diseño de fachadas mejora las condiciones térmicas dentro de cada vivienda.

Los resultados obtenidos han validado la propuesta, pues se cumple con las normas y requerimientos en cada uno de los casos, además logra que cada vivienda se mantenga en el rango de confort durante todo el año. De esta manera queda garantizada la calidad de los espacios minimizando el consumo de energía.

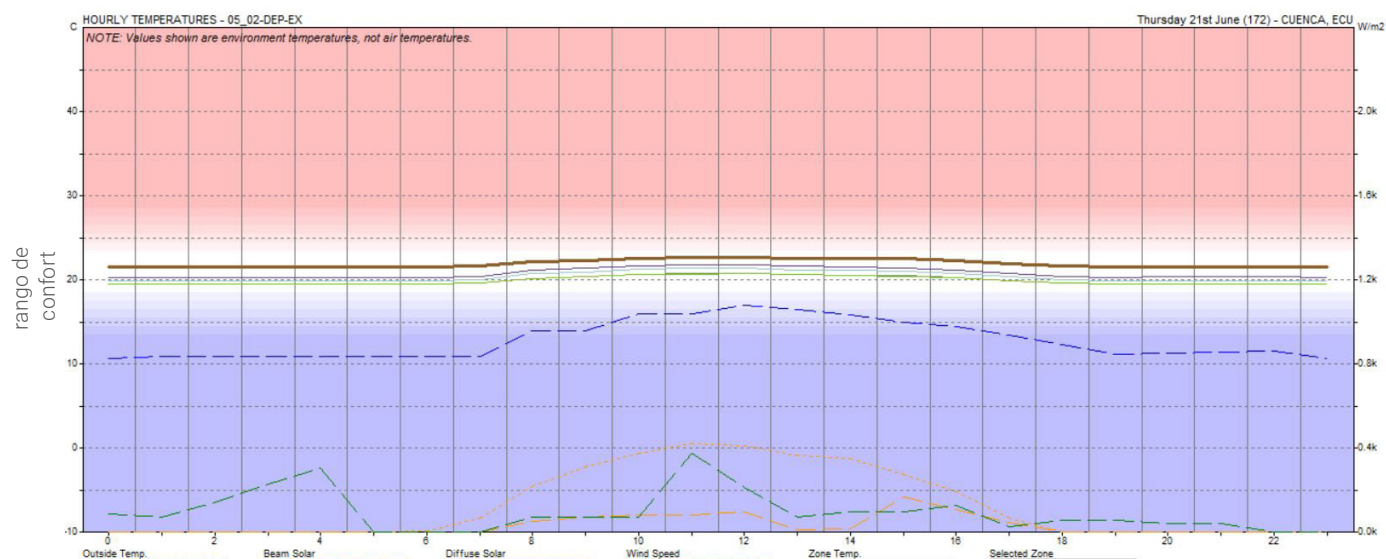


Imagen 49_Relación entre la temperatura exterior y los espacios internos del prototipo de bloque de vivienda - Solsticio 21 de Junio

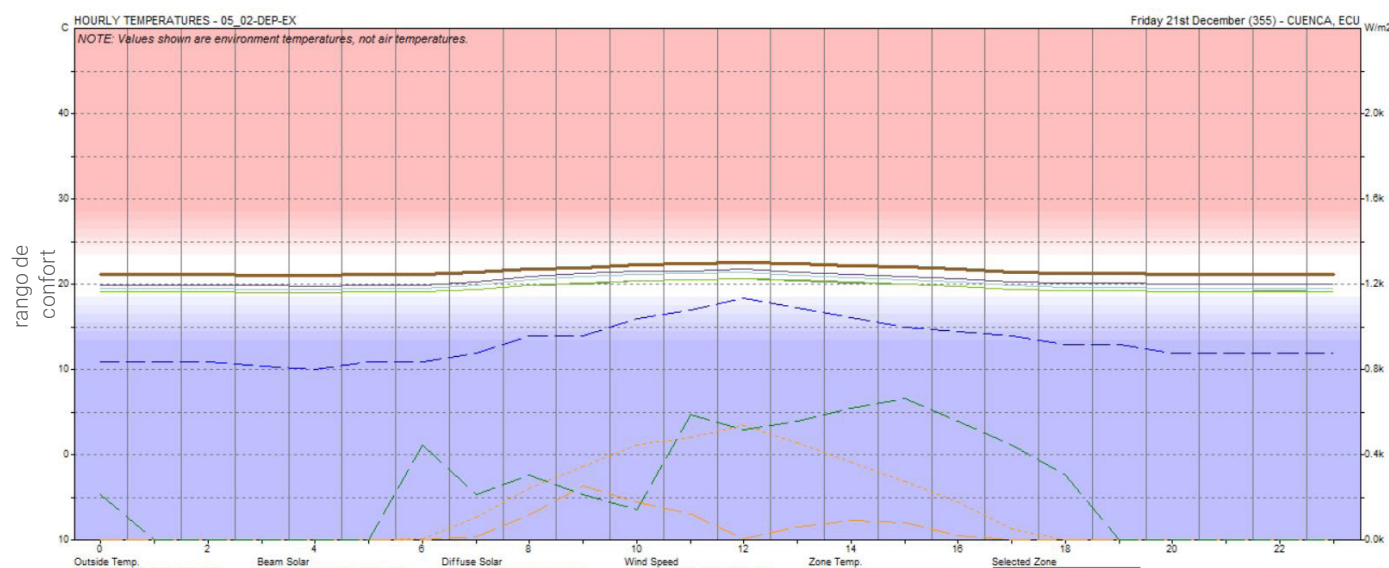


Imagen 50_ Relación entre la temperatura exterior y los espacios internos del prototipo de bloque de vivienda - Solsticio 21 de Diciembre



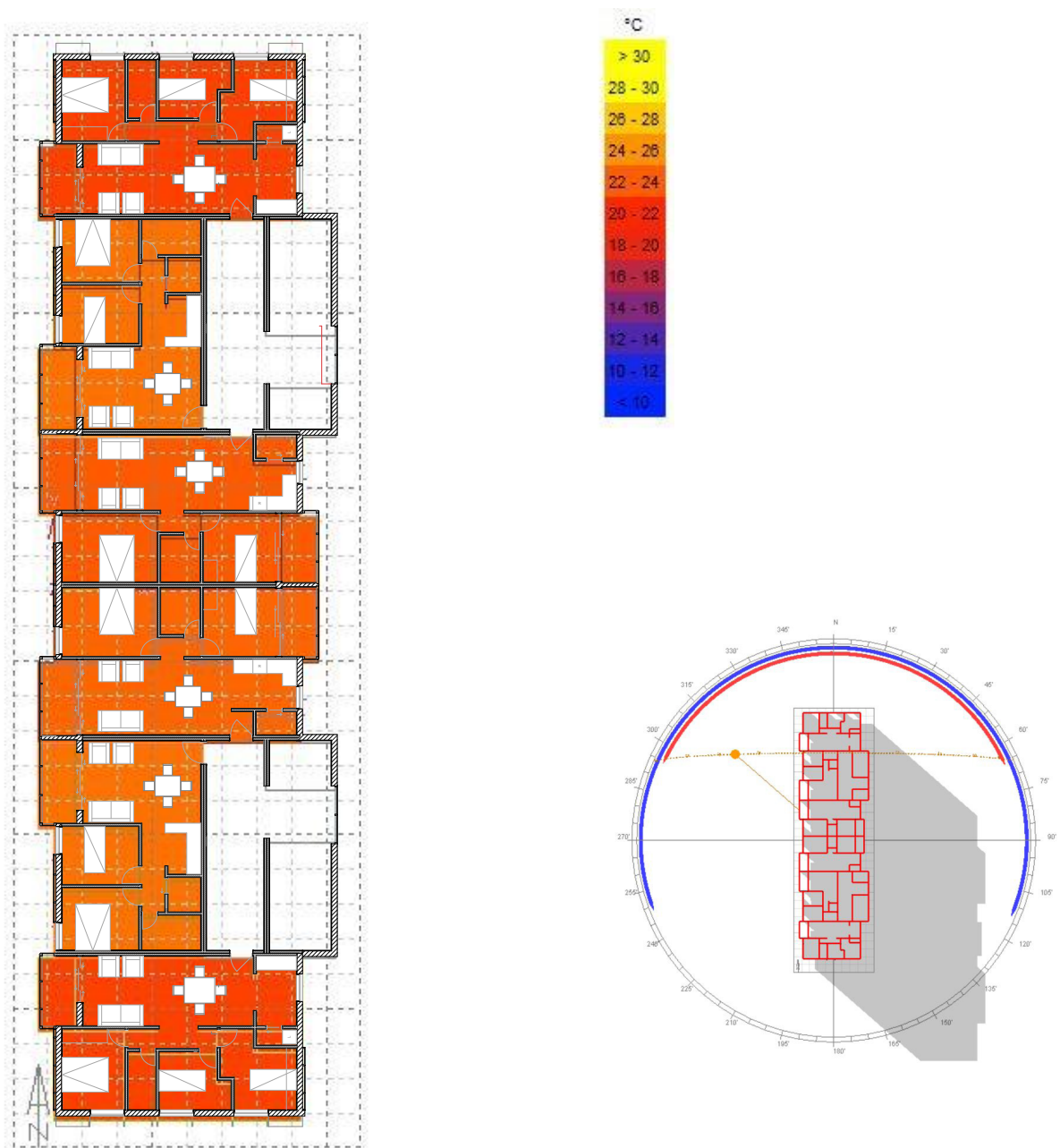


Imagen 51_Planta del Prototipo de Bloque de Viviendas - Comportamiento Termico - Equinoccio de Marzo

9. CONCLUSIONES

En la ciudad de Cuenca se observa un incremento de las edificaciones de vivienda en altura en los últimos 10 años, lo cual conlleva a una mayor demanda del uso energético, y además se detectó que la vivienda del tipo departamento o en altura ha crecido en mayor proporción.

Se observa que dentro del límite urbano existe un predominio de la tipología lineal, con un volumen variado, encontrando bloques muy compactos u estrechos y que según su emplazamiento estos están orientados en diferentes sentidos.

La forma de los bloques (edificios) deben optar por soluciones intermedias en la cual el volumen del edificio no sea excesivamente compacto, estrecho ni muy alto. Por tanto, se considera que el volumen óptimo para un mayor aprovechamiento de la aportación solar resulta la tipología lineal con una altura que no sobrepase los 12 niveles.

Considerando el análisis climático de la ciudad de Cuenca se determinó que es más importante la amplitud térmica diaria que la mensual, puesto que en el primer caso se puede estar en condiciones de confort y de un momento al otro invertir esta situación de manera significativa.

En cuanto a la radiación, se ha podido conocer que no necesariamente el período de menor

nubosidad coincide con el de mayor radiación, en tanto que el período de mayores temperaturas si coincide con el de mayor radiación.

También se pudo determinar que la orientación más favorable para las edificaciones en la ciudad de Cuenca es en sentido Este – Oeste, lo cual permite dotar de iluminación natural y radiación directa durante la mañana o la tarde, por lo cual es importante considerar esto en la distribución interior de los espacios.

Con la orientación de las fachadas de mayor superficie hacia el Este y Oeste, se aprovecha al máximo la radiación solar mediante estrategias de diseño pasivo, los mismos que funcionan como captadores de energía ya sean por elementos como: muros acumuladores térmicos, galerías adosados, muros de masa térmica; para que almacenen la energía para su posterior liberación en horas de las noches. Esto permite lograr aportes suficientes pudiendo regular el salto térmico que se da entre día-noche.

Por lo contrario, en las fachadas Norte y Sur no se dispone de aportaciones significativas por lo que se recurre a estrategias de aislamiento e iluminación ya que representan puntos de pérdidas de energía.

Los resultados obtenidos mediante la simulación en el diseño de un prototipo de bloque de vivienda han validado la propuesta de las estrategias planteadas, pues se cumple con los requerimientos en cada uno de los casos, además se logra que cada vivienda se mantenga en el rango de confort durante todo el año. De esta manera queda garantizada la calidad de los espacios minimizando el consumo de energía.

Por lo tanto, se puede concluir que las estrategias para la optimización en el diseño de la fachada con el objetivo de lograr bloques de viviendas energéticamente eficientes a partir de la aportación solar representan una opción prometedora para mejorar las condiciones de confort térmico en las viviendas de la ciudad de Cuenca y así constituye una opción importante para viviendas sostenibles en la región.

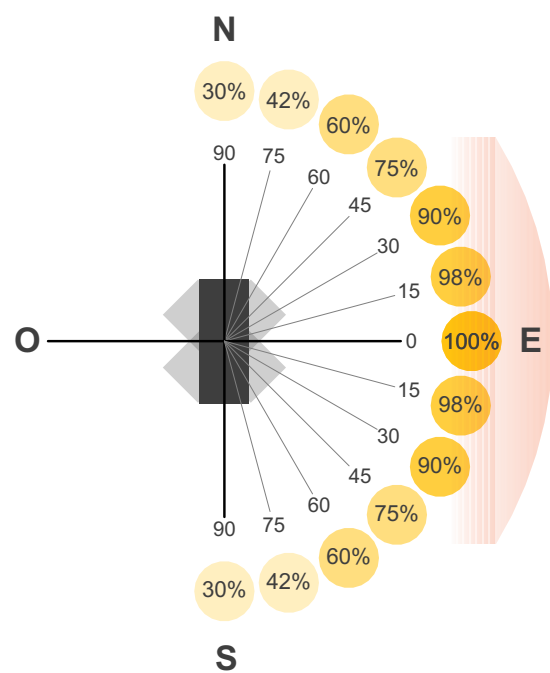


Imagen 29_ Efectividad de la radiación solar según la orientación cardinal.

Consideraciones:

Este trabajo ha realizado un estudio de estrategias para bloque lineales donde las fachadas de mayor superficie están orientados en sentido Este - Oeste, con esta orientación se aprovecha el 100% de la aportación solar, sin embargo, se puede garantizar la efectividad de la radiación solar hasta una orientación a 45° donde se aprovecharía el 75% de la energía.

Con una orientación Norte – Sur los aportes serían apenas de un 30% y las estrategias planteadas no serían eficientes, por lo que se requiere de otro estudio para determinar las estrategias más propicias para bloques de viviendas con esta orientación.

Además, es importante señalar que la ciudad de Cuenca recibe radiación solar de manera constante y casi sin variación de horas-día a lo largo del año, alcanzando valores cerca de 4350wh/m²/día, considerado este valor como intermedia alta en relación con otros lugares de la Región de la Sierra del Ecuador, por lo que se puede aprovechar considerablemente este recurso para implementar sistemas activos.



LIBROS

- EDITORIAL GUSTAVO GILI, SL, 2003., *Un vitruvio ecologico, principios y practica del proyecto arquitectonico sostenible*
- VICTOR OLGAY, *Arquitectura y clima: Manuel de diseño bioclimatico para arquitectos y urbanistas* (1973)
- FRANCOIS ROZIS, JEAN; GUINEBAULT, ALAIN, *Calefacción Solar para Regiones Frías, Perú: Ediciones Intermediate technology Development Group*, 1997.
- MAZRIA, EDWARD, *El libro de la Energía Solar Pasiva*, México: Ediciones G. Gili, 1983.
- CIFUENTES, SUSANA, *La casa ECONOMICA*, México: Ediciones Lirio S.A, 2011
- SERRA, RAFAEL, *Arquitectura y Climas*, España: Ediciones G. Gili, 2002.
- VIQUEIRA, RODRÍGUEZ, *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*, México: Ediciones Limusa, 2001.
- SERRA, RAFAEL; COCH, HELENA, *Arquitectura y Energía Natural*, España: Ediciones G. Gili, 1995.
- NEILA, JAVIER, *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible*, España: Ediciones Munilla-Leria, 2004.
- Plana, M. Ibáñez; Polo, J. R. Rosell; Urrutia, J. I. Rosell, *Colección Energías Renovables: Tecnología Solar*, España: Ediciones Mundi -Prensa, 2004.
- PAYA, MANUEL, *Aislamiento Térmico y Acústico*, España: Ediciones Ceac, 2004.
- SERRANO, ZOILO, *Construcción de Invernaderos*, España: Ediciones Mundi - Prensa, 1994.

PUBLICACIONES

- Bustamante Waldo, *Guía de Diseño Para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social, Chile: Editor Ministerio de Vivienda y Urbanismo. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (minvu) y Programa País de Eficiencia Energética (cne)*, 2009.
- Grupo de Apoyo al Sector Rural, *Los Muros Trombe*, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
- González, Eduardo Manuel, *Selección de Materiales en la Concepción Arquitectónica*
- ATECOS, *Asistente Técnico para la Construcción Sostenible. SISTEMAS PASIVOS: CAPTACIÓN SOLAR*

TESIS

- Dubravka Matic. *Estrategias de diseño solar pasivo para ahorro energético edificación*. Universidad Politécnica de Cataluña, 2010
- Ochoa, Josue / Vargas, Lorena / Zarie, Johanna. *Determinación de áreas para receptor viviendas en las Cabeceras parroquiales colindantes a la Ciudad de Cuenca*, Ecuador: Universidad de Cuenca – Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2014
- Zarie, Jorge / Ordoñez Karla. *Diseño de Vivienda Sostenible de Interés Social para la Ciudad de Cuenca en base a principios bioclimáticos*. Universidad de Cuenca – Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2015
- Guillen, Vannesa / Cordero, Ximena. *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la Ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca – Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2012

TESIS

• Mera, María, y Santa Cruz, María. *Modelos de usos de suelo para la Gestión y Administración Municipal de las áreas residenciales de Cuenca*. Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.

INTERNET

(mayo-agosto 2017)

- www.serviciometeorologico.gob.ec
- www.cuenca.com.ec/cuencanew/node/3,2017
- <https://www.certificacionenergeticasalamanca.com/2013/03/05/sistemas-pasivos-de-calentamiento-arquitectura-bioclim%C3%A1tica-en-salamanca/>
- <https://pedrojhernandez.com/2014/03/19/captacion-solar-pasiva/>
- http://www.passivhaustagung.de/Passive_House_E/PassiveHouse_directory.html
- http://passipedia.passiv.de/passipedia_en/basics
- <http://www.plataforma-pep.org>
- https://www.nasa.gov/about/highlights/En_Espanol.html
- Mazzocco, María Pía. *Calentamiento pasivo*. Bibliocad. Internet: <http://www.biblicad.com>

AGRADECIMIENTOS

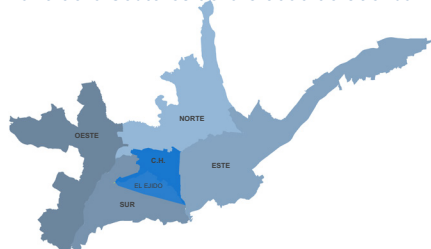
Mi gratitud a Cristina Pardal por su paciencia, tiempo y dedicación al compartir sus conocimientos durante el proceso de elaboración de este trabajo, su ayuda fue de mucha valía.

A mi esposo Rene y mi familia por su apoyo y confianza constante durante este proceso.



TIPOLOGIAS DE LAS EDIFICACIONES EN ALTURA SEGUN SECTOR DE PLANEAMIENTO DENTRO DEL LIMITE URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA

Plano de la Sectores de la Ciudad de Cuenca

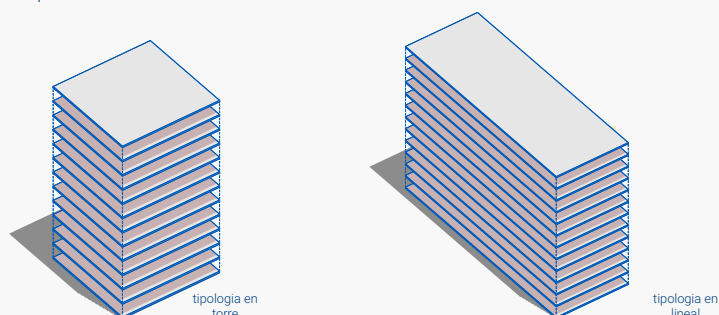


Sector de Planeamiento NORTE



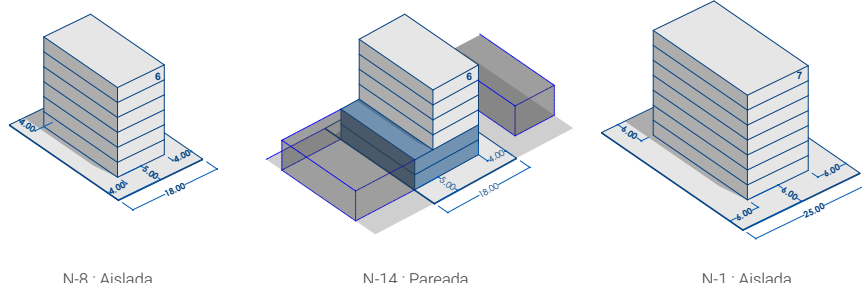
Se consideran los subsectores N-1, N-8 y N-14 del Sector Norte; por su ocupación de suelo destinada a vivienda en altura.

Tipología de bloques habituales



Se observa un mayor predominio de bloques en torre y con mayor presencia el bloque lineal

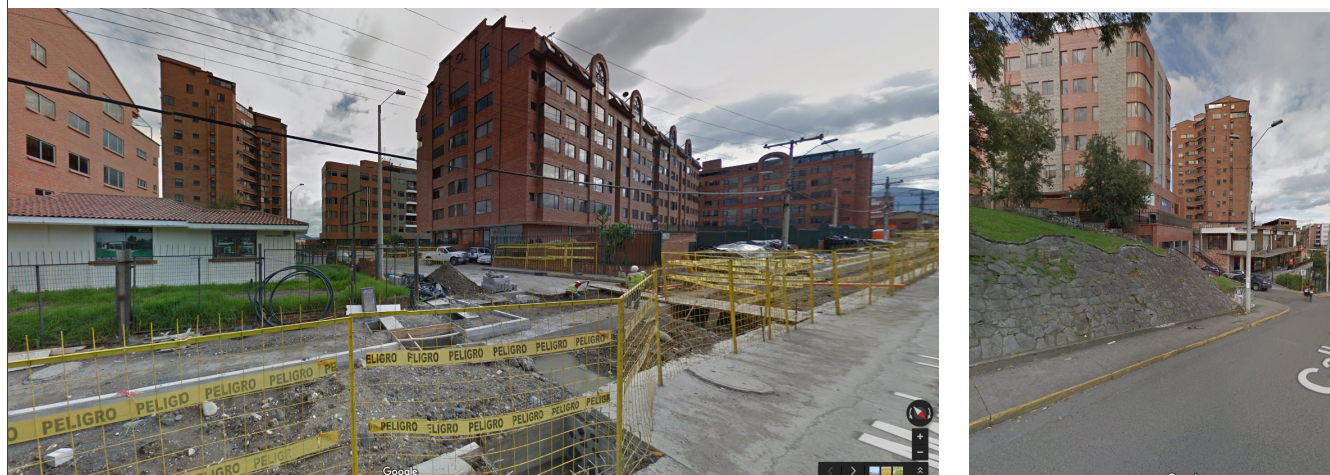
Implantación :



Condiciones de la Tipología por subsector:

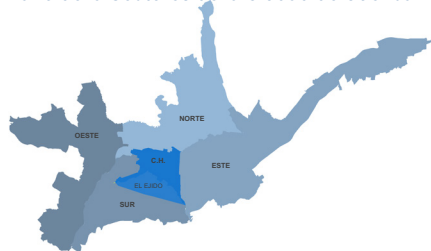
SECTOR	ALTURA DE LA EDIFICACION	LOTE MINIMO (m2)	FRENTE MINIMO (m)	TIPO DE IMPLANTACION	RETIROS		
					F	L	P
8	5 o 6 pisos	500	18	Aislada con retiro frontal	5	4	4
14	5 o 6 pisos	500	18	Pareada con retiro frontal	5	4	4
1	7 o 8 pisos	900	25	Aislada con retiro frontal	6	6	6

Estado actual. Edificaciones en subsector N-1

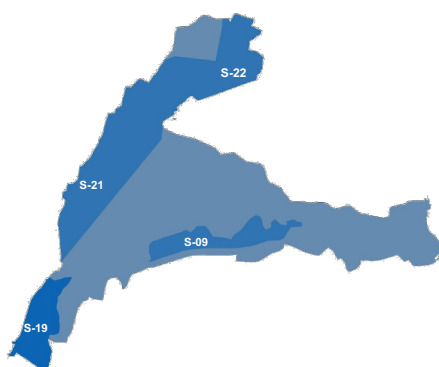


TIPOLOGIAS DE LAS EDIFICACIONES EN ALTURA SEGUN SECTOR DE PLANEAMIENTO DENTRO DEL LIMITE URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA

Plano de la Sectores de la Ciudad de Cuenca

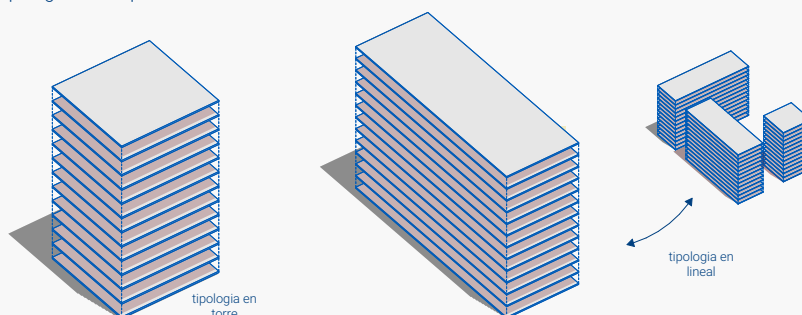


Sector de Planeamiento SUR



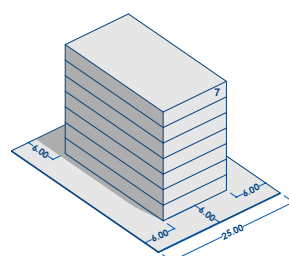
Se consideran los subsectores S-9, S-19, S-21 y S-22 del Sector Sur, por su ocupación de suelo destinada a vivienda en altura.

Tipología de bloques habituales

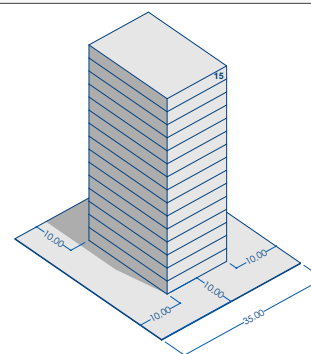


Se observa un mayor predominio de bloques en torre y con mayor presencia el bloque lineal

Implantación :



S-19,S-20, S-21, S-22: Tipo Aislada



S-19,S-9: Tipo Aislada

Condiciones de la Tipología por subsector:

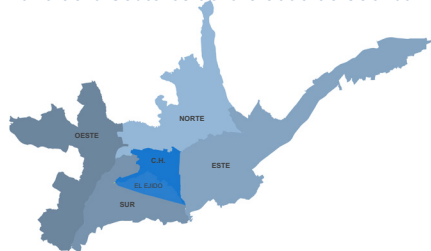
SECTOR	ALTURA DE LA EDIFICACION	LOTE MINIMO (m2)	FRENTE MINIMO (m)	TIPO DE IMPLANTACION	RETIROS		
					F	L	P
19 - 20 - 21-22	7 a 9 pisos	900	25	Aislada con retiro frontal	6	6	6
9 - 19	11 a 12 pisos	1200	30	Aislada con retiro frontal	9	8	8
19	13 a a 15 pisos	1500	35	Aislada con retiro frontal	10	10	10

Estado actual. Edificaciones en subsector S-9

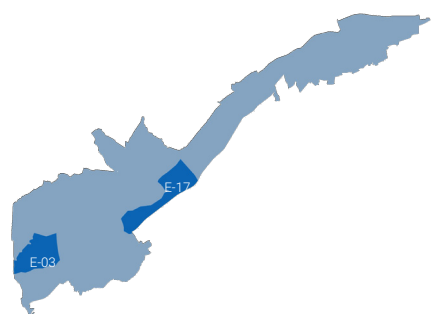


TIPOLOGIAS DE LAS EDIFICACIONES EN ALTURA SEGUN SECTOR DE PLANEAMIENTO DENTRO DEL LIMITE URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA

Plano de la Sectores de la Ciudad de Cuenca

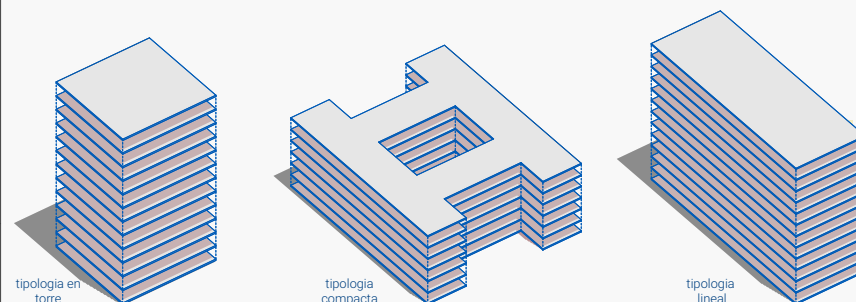


Sector de Planeamiento ESTE



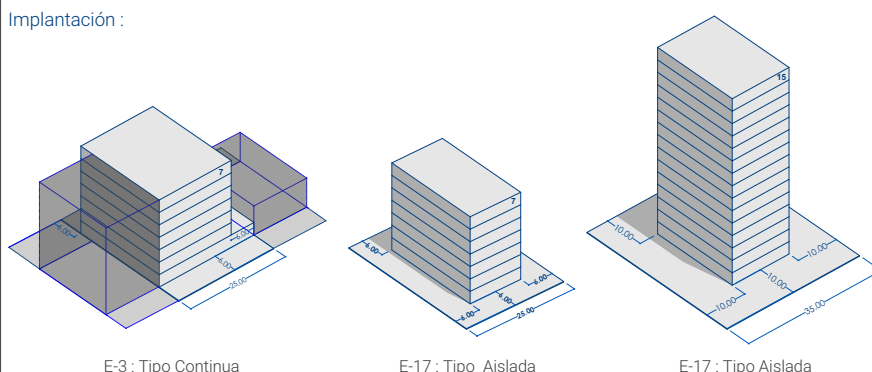
Se consideran los subsectores E-3 Y E-17 del Sector ESTE; por su ocupación de suelo destinada a vivienda en altura.

Tipología de bloques habituales



Se observa el predominio de tipologías de bloques de vivienda en torre, compacta y lineal.

Implantación :



E-3 : Tipo Continua

E-17 : Tipo Aislada

E-17 : Tipo Aislada

Condiciones de la Tipología por subsector:

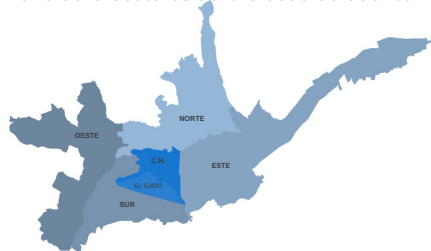
SECTOR	ALTURA DE LA EDIFICACION	LOTE MINIMO (m2)	FRENTE MINIMO (m)	TIPO DE IMPLANTACION	RETIROS		
					F	L	P
3	5 o 6 pisos	500	18	Continua con retiro frontal	5	4	4
17	7 a 9 pisos	900	25	Aislada con retiro frontal	6	6	6
17	11 a 12 pisos	1200	30	Aislada con retiro frontal	9	8	8
17	13 a a 15 pisos	1500	35	Aislada con retiro frontal	10	10	10

Estado actual. Edificaciones en subsector E-03 y E-17

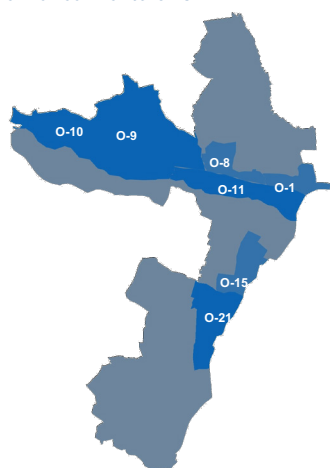


TIPOLOGIAS DE LAS EDIFICACIONES EN ALTURA SEGUN SECTOR DE PLANEAMIENTO DENTRO DEL LIMITE URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA

Plano de la Sectores de la Ciudad de Cuenca

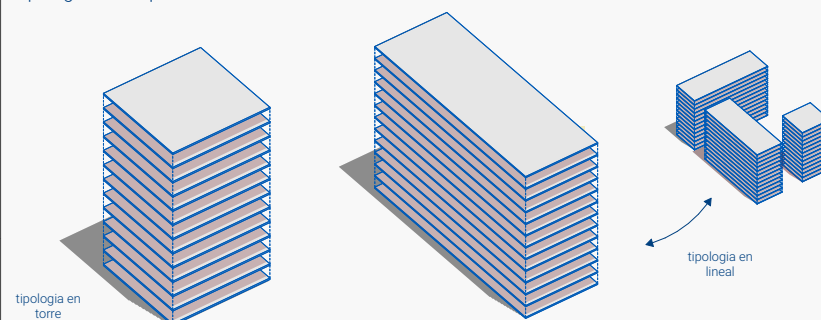


Sector de Planeamiento OESTE



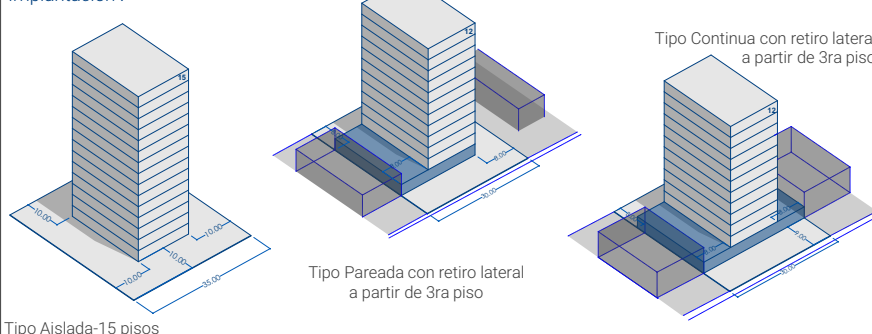
Se consideran los subsectores destinados a vivienda en altura que superen los 6 niveles

Tipología de bloques habituales



Se observa el predominio de tipologías de bloques de vivienda en torre, compacta y lineal.

Implantación :



Condiciones de la Tipología por subsector:

SECTOR	ALTURA DE LA EDIFICACION	LOTE MINIMO (m2)	FRENTE MINIMO (m)	TIPO DE IMPLANTACION	RETIROS		
					F	L	P
1-15-9-10-21	5 o 6 pisos	500	18	Continua/pareada con retiro frontal	5	4	4
8	5 o 6 pisos	500	18	Aislada con retiro frontal	5	4	4
9 - 10	7 a 9 pisos	900	25	Aislada con retiro frontal	6	6	6
9 - 10 - 11	11 a 12 pisos	1200	30	Aislada con retiro frontal	9	8	8
9 - 10 - 11	13 a a 15 pisos	1500	35	Aislada con retiro frontal	10	10	10

Estado actual. Edificaciones en subsector O-9 y O-11



